

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Факультет біотехнології і біотехніки
Кафедра екобіотехнології та біоенергетики**

До захисту допущено:

Завідувач кафедри

_____ Євгеній КУЗЬМІНСЬКИЙ
(підпис)

«___» _____ 2020р.

Дипломний проєкт

на здобуття ступеня бакалавра

**за освітньо-професійною програмою «Екологічна біотехнологія та
біоенергетика»**

спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія»

на тему: «Технологія біологічного очищення стічних вод сирзаводу»

Виконала:

студентка IV курсу, групи БЕ-61

Романюк Анастасія Олегівна _____

Керівник:

Доц., д.т.н.

Козар Марина Юріївна _____

Консультант з проектування:

Проф., д.т.н.,

Саблій Лариса Андріївна _____

Рецензент:

д.б.н., проф. Горчаков Володимир Юрійович _____

Засвідчую, що у цьому дипломному
проєкті немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.

Студентка _____

Київ – 2020 року

Національний технічний університет України

**«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Факультет біотехнології і біотехніки
Кафедра екобіотехнології та біоенергетики

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 162 «Біотехнології та біоінженерія»

Освітньо-професійна програма «Екологічна біотехнологія та біоенергетика»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Євгеній КУЗЬМІНСЬКИЙ
(підпис) (ім'я, прізвище)

«__» _____ 2020р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студенту

Романюк Анастасії Олегівні

1. Тема проєкту «Технологія біологічного очищення стічних вод сирзаводу»
керівник проєкту Козар Марина Юріївна, к.т.н., доцент,
затверджені наказом по університету від,
затверджені наказом по університету від «__» _____ 20__ р. № _____

2. Термін подання студентом проєкту _____

3. Вихідні дані до проєкту:

Розрахункова витрата стічних вод 30000 м³/добу; промислове підприємство – сирзавод; температура суміші СВ, що надходять на очисні споруди: середньорічна 20 °С, середньо зимова 14 °С, середньомісячна за літній період 25,5 °С, мінімальна середньомісячна 13 °С. Характеристика річки, в яку скидаються СВ: розрахункова витрата при 95% забезпеченості 20 м³/с; швидкість течії при розрахунковій витраті 2,2 м/с; середня глибина річки становить 2,6 м; коефіцієнт звивистості 1,6; вид водокористування – рибогосподарське; концентрація кисню в воді влітку 6,5; концентрація

завислих речовин 19 мг/дм³; БСК_{повн} 4,5 мг/дм³; температура води влітку 15 °С; відстань по фарватеру річки до найближчого пункту водокористування– 3200 м.

4. Зміст пояснювальної записки:

Характеристика стічних вод молокопереробного виробництва; характеристика аеробного активного мулу, обґрунтування технології попереднього очищення стічної води сирзаводу; біохімічні основи технологічного процесу очищення води; розрахунок показників стічних вод сирзаводу; технологічна частина: вибір, розрахунок і характеристика обладнання для очищення стічних вод сирзаводу; охорона праці й охорона довкілля.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо):

Технологічна схема біотехнології очищення стічних вод сирзаводу (А1); апаратурна схема біотехнології очищення стічних вод сирзаводу (А1); креслення аеротенк-витиснювач (А1).

6. Консультанти розділів проекту*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Графічна частина дипломного проекту	д.т.н., проф. Саблій Л.А.		

7. Дата видачі завдання _____

* Консультантом не може бути зазначено керівника дипломного проекту.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Вступ	01.05.2020	
2	Розділ 1	10.05.2020	
3	Розділ 2	15.05.2020	
4	Розділ 3	20.05.2020	
5	Розділ 4	25.05.2020	
6	Розділ 5	30.05.2020	
7	Висновки	30.05.2020	
8	Креслення А1	30.05.2020	

Студент

_____ Анастасія Романюк
(підпис)

Керівник проекту

_____ Марина Козар
(підпис)

РЕФЕРАТ

Дипломний проект складається з 65 аркушів пояснювальної записки, 3 аркушів креслень А1, з використанням 23 літературних джерел. Робота складається з вступу, п'яти розділів, що містять 6 табл., три технологічні схеми, висновків, списку літературних посилань і додатку.

В дипломній роботі на основі літературних джерел приведено характеристика стічних вод сирзаводу. Проведено пошук існуючих технологій очищення стічних вод сирзаводу та вибір ефективної технології з доведенням показників забруднень до норм скиду в рибогосподарську водойму.

За вибраною технологією створено технологічну та апаратурну схеми. Розглянуто мікробіологічний склад і властивості аеробного активного мулу. Проведено розрахунки складу стічних вод по завислим речовинам та БСК_{повне}, розрахунки необхідного ступеня очищення стічних вод та технологічні розрахунки очисних споруд біологічного очищення.

На підставі порахованих параметрів виконана графічна частина дипломного проекту, яка складається з трьох креслень формату А1. Перше креслення – апаратурна схема біологічного очищення стічних вод заводу, друга- технологічна схема біологічного очищення стічних вод заводу, третє креслення – аеротенк-витиснювач.

Розраховано матеріальний баланс та наведено заходи з охорони праці і охорони довкілля.

Ключові слова: сирзавод, стічна вода, активний мул, завислі речовини, органічні домішки, аеротенк-витиснювач, біологічне очищення, осад.

ABSTRACT

The diploma project consists of 65 sheets of explanatory note, 3 sheets of drawings A1, 23 references. The work consists of an introduction, five sections containing 6 tables, three technological schemes, conclusions, literary references and an appendix.

In the diploma work on the basis of literature sources the characteristic of sewage of cheese factory is resulted. The search for the existing technologies of wastewater treatment of the cheese factory and the selection of an effective technology with bringing the indicators of pollution to the norms of discharge into the fishery reservoir are made.

Technological and hardware schemes are created according to the selected technology. The microbiological composition and properties of aerobic activated sludge are considered. Calculations of the composition of wastewater for suspended solids and BOC, calculations of the required degree of wastewater treatment and technological calculations of biological treatment plants are made.

On the basis of the calculated parameters the graphic part of the diploma project which consists of three drawings of the A1 format is executed. The first drawing - the equipment scheme of biological wastewater treatment of the plant, the second - the technological scheme of biological wastewater treatment of the plant, the third drawing - the aeration tank-displacer.

The material balance is calculated and measures on labor protection and environmental protection are given.

Key words: cheese factory, wastewater, activated sludge, suspended solids, organic impurities, aeration tank, biological treatment, sludge.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1. ХАРАКТЕРИСТИКА СТІЧНИХ ВОД СИРЗАВОДУ, БІОЛОГІЧНОГО АГЕНТА, ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ.....	9
1.1 Характеристика стічних вод сирзаводу.....	9
1.2 Обґрунтування вибіру технології очищення стічних вод сирзаводу.....	11
1.2.1.Технологія електрокоагуляції-флотації.....	12
1.2.2. Анаеробно-аеробна технологія очищення.....	14
1.3 Вибір технології очищення стічних вод сирзаводу	16
1.4 Характеристика біологічного агента.....	19
2. БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ.....	23
2.1 Біохімічні процеси що протікають в аеротенку.....	23
2.2 Характеристика очищеної стічної води.....	25
3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	26
3.1 Сировина та матеріали.....	26
3.2 Опис технологічної схеми очищення стічних вод міста та сирзаводу....	26
3.3 Контроль виробництва.....	32
3.4 Матеріальний баланс.....	37
4. ВИБІР І ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЛАДНАННЯ.....	39
4.1 Розрахунковий коефіцієнт змішування стічних вод з водою річки	39
4.2 Розрахунок необхідного ступеня очищення стічних вод.....	40
4.3 Розрахунок первинних відстійників.....	41
4.4 Розрахунок аеротенка.....	44
4.5 Розрахунок вторинних відстійників після аеротенків.....	50
5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ.....	52
ВИСНОВКИ.....	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	58
ДОДАТОК А.....	61

ЕКБ.БЕ6118.ДП

					ЗМІСТ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Романюк А.О.			ЗМІСТ	Стадія	Арк.
Конс.		Козар М.Ю.					
						7	65
Керів.		Козар М.Ю.				КПІ ім. Ізгоря Сікорського,ФБТ	
Затверд.							

ВСТУП

Актуальність роботи полягає в тому, що однією з пріоритетних галузей є молокопереробна промисловість, виробництво якої в останні роки в Україні різко зросло, збільшилась кількість підприємств, розширився асортимент продукції. Виробництва являються крупними споживачами води. Такі підприємства споживають чисту воду, яка у процесі її використання на технологічні та інші потреби забруднюється різноманітними домішками. Потрапляння цих забруднень в навколишнє середовище наносить непоправної шкоди екології, і тому стічні води необхідно очищати.

Метою цього дипломного проекту є вибір та обґрунтування технології ефективного очищення стічних вод сирзаводу.

Для виконання поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

1. Провести пошук літературних джерел щодо характеристик складу стічних вод сирзаводу та проаналізувати існуючі технології очищення стічних вод сирзаводу, вибрати та обґрунтувати обрану технологію.
2. Навести характеристику активного мулу та очищеної води.
3. Розрахувати витрати і концентрації забруднюючих речовин стічних вод сирзаводу та необхідний ступінь їх очищення стічних вод.
4. Провести розрахунки основного та допоміжного обладнання. Розробити креслення аеротенка-витиснювача.
5. Розробити та накреслити технологічну та апаратурну схеми процесу очищення стічних вод сирзаводу.
6. Навести основні заходи стосовно охорони праці та навколишнього середовища, яких необхідно дотримуватись при проведенні технологічного процесу.

					ЕКБ.БЕ6118.ДП			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВСТУП	Стадія	Арк.	Аркушів
Розроб.		Романюк А.О.						
Конс.		Козар М.Ю.					8	65
						КПІ ім. Ігоря Сікорського,ФБТ		
Керів.		Козар М.Ю.						
Затверд.								

1. ХАРАКТЕРИСТИКА СТІЧНИХ ВОД СИРЗАВОДУ, БІОЛОГІЧНОГО АГЕНТА, ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ

1.1 Характеристика стічних вод сирзаводу

Стічні води на підприємствах молочної промисловості утворюються внаслідок миття технічного обладнання, трубопроводів, тари (чанів, цистерн, фляг, пляшок і т.д.), миття приміщень, охолодження сировини, для роботи технологічних і паросилових установок, а також для господарсько-побутових потреб. Частина води використовується для розведення сухого молока, а також вода входить до складу продуктів [7].

Для витрат менших об'ємів води, ту воду що використовувалась для охолодження продукції в пастеризаторах, ополіскування пляшок, конденсат вторинних парів, від вакуум-апаратів (тобто незабруднену воду) застосовують для прибирання приміщень, миття території, обмивання автомашин та інших цілей (повторне використання води). Витрата стічних вод що скидаються підприємством, складає 80-85% від витрати споживаної свіжої води [1].

Сироварні підприємства зазвичай тяжіють до наявності великої кількості сировини - молока, тому вони знаходяться в малих населених пунктах, в яких очисні споруди або відсутні, або потребують реконструкції. Стічні води підприємств що містять жири та масла в концентраціях, які перешкоджають біологічному очищенню і скиду в водойми в міську каналізацію не приймаються. Якість очищених стічних вод має сягати норм на скид в рибо-господарську водойму. Підвищені концентрації забруднень на сирних підприємствах пояснюються попаданням надлишкової сироватки в промканалізації. Отже, концентрації на виході сирзаводів підприємств більш ніж в 2 рази вище, ніж на молочних заводах, а норми на скидання у багато разів жорсткіше. [2,5]

					ЕКБ.БЕ6118.ДП		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Романюк А.О.				ХАРАКТЕРИСТИКА СТІЧНИХ ВОД СИРЗАВОДУ, БІОЛОГІЧНОГО АГЕНТА, ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ	Стадія	Арк.
Конс.	Козар М.Ю.						
						9	65
Керів.	Козар М.Ю.					КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ	
Затверд.							

Старокостянтинівський сирзавод з 2011 року відмовився від виготовлення твердих сирів і наразі виготовляє тільки плавлені сири. Тобто забруднення стічних вод набагато менше ніж в звичайних сирзаводах за рахунок кількості сироватки, якої для виготовлення плавлених сирів потрібно небагато. [3]

Значення концентрацій забруднень в стоках сироробних заводів наведено в табл. 1.1.

Таблиця 1.1. Значення забруднень стічної води для сирзаводу [1]

Показник	ЗР, мг/дм ³	ХСК, мг/дм ³	БСК _{повн} , мг/дм ³	Жири, мг/дм ³	рН
Значення	350	1200	1100	до 100	6,2-7

Важливою проблемою є вміст жиру в стічних водах. Це має негативний вплив на каналізаційну систему: замулювання трубопроводів, налипання жиру на стінках трубопроводу що знижує їх пропускну здатність, порушення режиму роботи очисних споруд. Очищення таких стоків пов'язана зі значним споживанням розчиненого кисню і, як наслідок, виникає необхідність подачі для аерування великого обсягу повітря. Також при наявності жирів, а особливо при їх розкладанні утворюються жирні кислоти, внаслідок чого змінюється рН до 4,5-5. Через це у відстійниках збільшується винос мулу, підвищується муловий індекс. Значний вміст азоту і фосфоровмісних органічних речовин призводить до того, що вони не можуть окислюватися протягом часу перебування стічних вод в очисних спорудах та недоочищеними стоки надходять у водні об'єкти, а це в свою чергу призводить до евтрофікації і впливу на флору і фауну водойми [4,6].

Виробничі стічні води характеризуються найбільшим забрудненням (90-97%), кількість яких становить 85-90% від загальної витрати. У стічні води потрапляють частинки сиру, масла, розчинені органічні (молочні жири, білки, цукор, синтетичні поверхнево-активні речовини) та неорганічні (сода, сіль харчова, соляна і сірчана кислоти) речовини та сторонні предмети (скло, фольга,

					ЕКБ.БЕ6118.ДП	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пісок і т. п.), крім того, сполуки азоту, фосфору, солі калію, марганцю, вітаміни А, С, Д, В, В₂, та ферменти.

Наявність у стічних водах хлоридів, сульфатів, сполук азоту та фосфору пояснюється досить великим вмістом їх у молочних продуктах, використанням у промивних процесах синтетичних миючих засобів (фосфати, хлориди). Органічний азот в стічних водах міститься у вигляді аміногруп білків. Амонійний азот потрапляє з компресорних цехів, нітрати промиванні ємностей азотною кислотою. Стічні води зазвичай містять 3,4- 3,8% азоту від величини ХСК [6].

1.2 Обґрунтування вибіру технології очищення стічних вод сирзаводу

Біологічне очищення стічних вод сирзаводів застосовується досить часто, це пояснюється особливостями складу стічних вод та економічною доцільністю їх застосування. Фізико-хімічні методи очищення застосовуються тільки у разі дефіциту земельних ділянок, у складних кліматичних умовах або задля попереднього очищення [5].

Скидання стічних вод сирзаводу у водойму без попереднього очищення зумовлює шкідливий вплив та зміщення біологічної рівноваги водойм. Внаслідок потрапляння органічних сполук зі стічними водами, починається біохімічний процес окиснення, з води поглинається велика кількість розчиненого кисню, в результаті чого можуть виникнути анаеробні процеси, що призведуть до масової загибелі риби. Стічні води казеїнового виробництва мають низькі рН - 4,7-4,95. При надходженні таких стоків на споруди біологічного очищення спостерігається загибель активного мулу в аеротенках, порушення режиму аеробного процесу, який потрібно відновлювати з новим мулом [6].

Стічні води підприємств молочної промисловості зазвичай проходять очистку в три ступені: механічну, біологічну (біохімічну) і хімічну (дезінфекція). За допомогою механічного очищення із стічних вод видаляють нерозчинні і спливаючі забруднення (пісок, склобій, фольга, кусочки сиру), які після

					ЕКБ.БЕ6118.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

відповідної обробки можуть бути утилізовані. Для механічного очищення застосовують решітки, пісколовки, відстійники, масловловлювачі, жироловки. Жир виділяється з стічних вод різними способами: відстоюванням (спливанням), флотацією за допомогою повітря (аерування), напірної флотацією (штучне насичення води повітрям), електрофлотацією, сепаруванням. У процесі біологічного очищення стічні води очищають від органічних домішок, що знаходяться в підвішеному, в розчиненому колоїдному стані. [7].

1.2.1.Технологія електрокоагуляції-флотації

Технологія реагентної електрокоагуляції-флотації дозволяє ефективно видаляти зі стічної води тонкодисперсні завислі речовини, емульговані жири, колоїдні частинки, за допомогою присутніх у воді синтетичних поверхнево-активних речовин (СПАР). В процесі роботи електролізера на поверхні анодних пластин спостерігається накопичення желеподібного осаду, який легко видаляється навіть у процесі динамічної дії водного потоку. Після видалення осаду на поверхні анодних пластин утворюється велика кількість дрібних заглиблень, в окремих місцях менш покритих осадом (в місцях активного процесу окиснення аноду), з'являлись глибокі пошкодження металу [6].

При застосуванні методу електрокоагуляції для очистки стічних вод, після неї рекомендується обирати відстоювання або електрофлотація. Даний методу рентабельний для локальної очистки стічних вод сирзаводу при необхідному зниженні концентрації жирів до 25 мг/дм^3 , завислих речовин – 50 мг/дм^3 , БСК_{пов}— до $500-1000 \text{ мг/дм}^3$, органічних речовин за ХСК -80-86% при початкових ХСК= $1200-1500 \text{ мг/дм}^3$ [8].

На рис. 1. показано перелік сполук і послідовність очищення стічних вод. Забруднені стічні води в першу чергу надходять на механічне очищення (1,2) та усереднювач (3), після чого вони направляються в електрокоагулятор-

					ЕКБ.БЕ6118.ДП	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

флотатор (5), в нижній частині якого знаходиться електрохімічна камера (9), а над нею – камера флотації. Така будова споруди забезпечує висхідний потік електроліту через електродну систему з переходом йонів металу аноду в рідину і утворенням гідроксиду металу, який коагулює частинки домішок, а газ, що виділяється на електродах, флотує утворені агрегати [9].

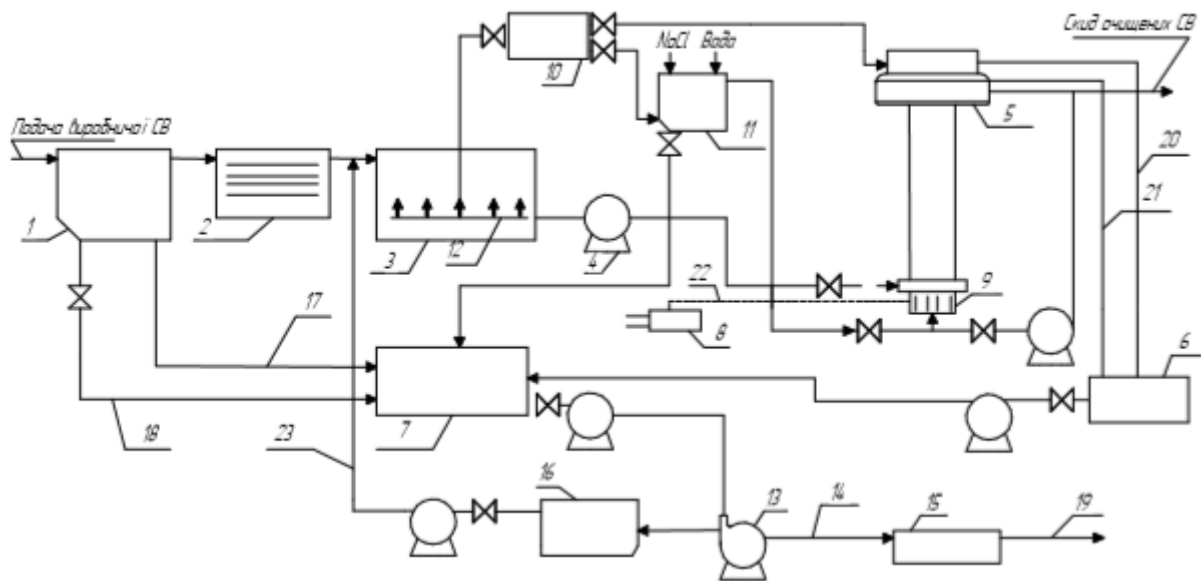


Рис. 1. Технологічна схема очищення стічних вод сирзаводів за допомогою електрокоагуляції-флотації.

1 – жироловка, 2 – решітки-дробарки, 3 – усереднювач, 4 – машинне відділення насосної станції, 5 – електрокоагулятор-флотатор, 6 – піногасник, 7 – резервуар осаду, 8 – випрямляч постійного струму 9 – електрохімічна камера, 10 – повітрорудна станція, 11 – реагентне господарство, 12 – подача повітря в усереднювач, 13 – вакуум фільтр, 14 – зневоднений осад, 15 – резервуар кеку, 16 – резервуар-накопичувач мулової води, 17 – відведення жиромаси, 18 – подача осаду з жироловки, 19 – кек на вивезення, 20 – відведення пінного продукту, 21 – подача шламу, 22 – скид осаду з реагентного господарства, 23 – подача мулової води.

Такі процеси даної технології супроводжуються підвищенням електричного опору, а також підвищенням витрат електроенергії. Зменшити дані витрати

дозволяє змішування з електролітом, що містить електрогенерований коагулянт після обробки в електродній камері, а потім вже введення стічних вод в установку електрокоагуляції-флотації. В якості електроліту використовують очищену від домішок воду з додаванням хлориду натрію з концентрацією 100-300 мг/ дм³ для зменшення пасивації електродів і збільшення електропровідності розчину. Попереднє очищення стічних вод за даною технологією дозволяє ефективно очистити стічну воду від завислих і колоїдних частинок, здійснити деструкцію високомолекулярних органічних речовин до більш простих сполук, що легко розкладаються під час подальшого біологічного очищення.

Недоліком цієї технології є велика кількість осадів, що містять легкоокиснювальну органіку із сполуками металу (коагулянту), які потім потрібно знешкодити та утилізувати. Також ця технологія потребує підвищення витрат на електроенергію. Ефективність методу електрокоагуляції-флотації досить велика, можливо досягти 90% видалення жирових частинок із стічних вод [6].

1.2.2. Анаеробно-аеробна технологія очищення

Аеробне очищення, що застосовується на харчових підприємствах, забезпечує високий ступінь очищення стічних вод, які характеризується невисоким (до 2000 мг/дм³) значенням ХСК [11].

При біологічному очищенню відбувається деструкція білків, жирів, вуглеводів, ПАР, та інших сполук бактеріями, що знаходяться як в іммобілізованому, так і у вільноплаваючому стані в аеробних умовах, однак для розвитку мікроорганізмів мають бути створені оптимальні умови. В цьому напрямку найбільш перспективними є аеротенки, що працюють з високими дозами активного мулу і чистим киснем. Особливістю аеробних методів очищення є забезпечення водних біоценозів киснем для окислення забруднень

					ЕКБ.БЕ6118.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

що містяться у воді з отриманням вуглекислого газу, мінеральних сполук і біомаси.

Завдяки новітній розробкам і технології подачі окисника в аеробних реакторах створюються зони бідні киснем і зони збагачені киснем. Завдяки цьому одночасно протікають аноксидаційні реакції, потрібні для накопичення мікрофлори і оксидаційні процеси, що дозволяють знизити ХСК і БСК [4].

До переваг аеробного методу можна віднести: можливість роботи за низьких концентрацій забруднень БСК в стічних водах, зниження вмісту сполук азоту та фосфору, порівняно невеликі інвестиційні витрати [12].

Незважаючи на всі позитивні якості даного методу, аеробна біологічна очистка має ряд істотних недоліків, зв'язаних з великими витратами на аерацію і утилізацію надлишку активного мулу.

Економічно ефективним і екологічно прийнятним рішенням існуючої проблеми може служити комбінована анаеробно-аеробне технологія очищення концентрованих стічних вод. Застосування анаеробно-аеробних методів очищення стічних вод найбільш ефективно, так як, використовуючи тільки анаеробну стадію очищення, неможливо досягти жорстких нормативів як при скиданні очищених стічних вод на міські очисні споруди, так і в поверхневий водойму. В цьому випадку анаеробний метод очищення застосовується як перша ступінь біологічної очиски, а в якості доочистки використовуються одна або дві стадії аеробного очищення [4].

Спершу виконується механічне очищення, що представляє собою решітки(1), пісковловлювач (2) та усереднювач (3). Аеротенк(5) обладнують механічними мішалками (4) та системою аерації(14), що потрібно потрібно влаштовувати перпендикулярно руху стічної води та паралельно до касет з волокнистим носієм (13). Після цього вода поступає на вторинні відстійники (6), осад з якого виноситься насосами(12) на фільтр-преси (8). Зневоднений осад (кек вологістю 55-65%) направлять на майданчики (11). Стічні води після біологічного очищення направляються на знезараження, після чого скидаються у

					ЕКБ.БЕ6118.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

водойму.

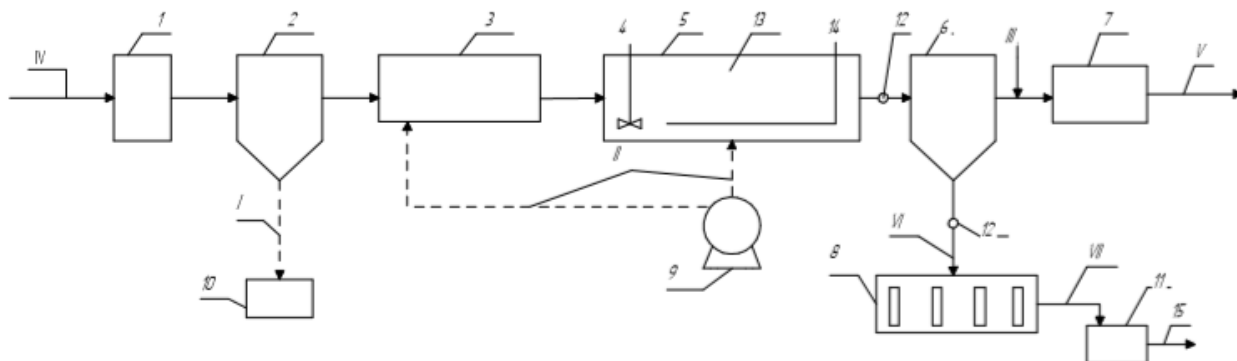


Рис. 2 . Очищення стічних вод сирзаводів за допомогою анаеробно-аеробної технології [10].

1- решітка, 2 – пісковловлювач, 3 – усереднювач, 4 – мішалка з двигуном у анаеробній зоні аеротенка, 5 – аеротенк, 6 – вторинний відстійник, 7 – контактний резервуар, 8 – фільтр-прес, 9 – повітродувна станція, 10 – піскові майданчики, 11 – майданчики для зневоднення осаду, 12 – насосна станція, 13 – волокнистий носій, 14 – система аерації, яка встановлена поперечно до руху стічних вод у аеробній зоні аеротенка, 15 – зневоднений осад на вивезення, I – піщанна пульпа, II – повітря, III – подача гіпохлориту натрію, IV – подача стічних вод на очищення, V – очищена стічна вода, VI – осад, VII – зневоднений осад.

Переваги комбінованої технології в порівнянні традиційної аеробного очищення полягає в наступному: висока ступінь очищення стічних вод з високими концентраціями органічних забруднень, невеликий приріст надлишкової біомаси в 5-10 разів менше, ніж при аеробному очищенні (біомаса стабільна, не загниває при зберіганні), стійкість до тривалих перерв в подачі стічних вод, низькі експлуатаційні витрати.

Основним недоліком даної технології є високі капіталовкладення.

1.3. Вибір технології очищення стічних вод сирзаводу

					ЕКБ.БЕ6118.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

При виборі технології очищення було враховано умови скидання стічних вод у рибогосподарську водойму. Норми скиду наведені у табл. 1.2.

Таблиця 1.2. Норми скиду стічних вод у водойму.

Гідрохімічний показник	Концентрація
рН	6,5-8
Завислі речовини мг/дм ³	62,9
БСК _{пов} , мг/дм ³	5,3
ХСК, мг/дм ³	39
Азот амонійний, мг/дм ³	2
Фосфор загальний, мг/дм ³	3,5
Жири, мг/дм ³	15
ПАР, мг/дм ³	0,5

Проаналізувавши вищезгадані технології, можна сказати, що екологічні проблеми очищення стічних вод сирзаводу можуть бути частково вирішені при застосуванні фізико-хімічних і біологічних методів. Однак для комплексного і енергоефективного рішення цієї проблеми необхідна комбінація хімічних (коагуляція) і біологічних (окислення мікрофлорою в анаеробних і аеробних умовах) методів. Таке поєднання нівелює недоліки кожного з методів і дозволяє найбільш ефективно вирішувати поставлене завдання.

На даному рисунку зображена схема очищення стічних вод Старокостянтинівського сирзаводу, після впровадження якої стічна вода буде відповідати нормам скиду в водойму, згідно розрахункам. Ця схема була обрана, враховуючи витрати стічних вод, що поступають на очищення – 30 000 м³ /добу.

					ЕКБ.БЕ6118.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

стічні води подаються на первинний відстійник (4), де відбувається очищення води від завислих речовин. Враховуючи що витрата стічних вод становить 30 000 м³ /добу було обрано радіальний відстійник. Вологий осад насосом подається до аеробного стабілізатора. Далі стічні води поступають на біологічне очищення в аеротенк-витиснювач (5). Враховуючи проведені розрахунки, обрано двосекційний чотирьохкоридорний аеротенк, де два коридори відводиться на аерацію, інші два на регенерацію. Після очищення в аеротенку вода поступає на вторинний відстійник (6). Очищена вода потрапляє в змішувач води з незаражуючим реагентом (7). Як реагент використовують гіпохлорит натрію. Для покращення очистки, вода перебуває в контактному резервуарі (8). Очищені стічні води подають у водойму. Надлишковий активний мул і осади з первинного і вторинного відстійників відводять в анаеробний стабілізатор (10). Перед стабілізацією осади поступають в мулоущільнювач (9). Стабілізований осад направляють в камеру дегельмінтизації (11), де обробка проводиться водяною парою. 20% осаду, що утворився подаю на аварійний муловий майданчик (16). Потім осади направляють на стадію промивання (12), далі – на ущільнення (13). Щоб покращити відділення мулу від води, осад подають в змішувач (14), де додають коагулянт – хлорне залізо, негашене вапно. Для кращого ущільнення осаду, його подають на фільтр-прес (15), після чого осад відправляють на вивезення.

Дана технологія дозволить ефективно очистити стічні води сирзаводу від жирів, завислих і колоїдних частинок, здійснити деструкцію високомолекулярних органічних речовин до більш простих речовин. Вона забезпечує очищення стічних вод до норм скиду у рибогосподарську водойму.

1.4. Характеристика біологічного агента

Стічна вода в аеротенках очищається активним мулом, який являє собою складний біоценоз різних організмів. Активний мул має вигляд пластівців бурого

					ЕКБ.БЕ6118.ДП	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кольору; при відстоюванні рідини, взятої з аеротенках, він випадає в осад. Під мікроскопом видно, що пластівці активного мулу складаються в основному з бактеріальних клітин. На поверхні пластівців, між ними або рідше всередині них зазвичай знаходяться різноманітні найпростіші.

Джерелом живлення організмів активного мулу служать забруднення стічних вод. Для постачання організмів активного мулу киснем рідину аерують. Повітря, що подається в аеротенк, виконує й іншу функцію: він переміщує вміст аеротенках, тим самим прискорюючи процес очищення і перешкоджаючи осіданню мулу[14].

Кількість бактерій у аеротенку більше ніж в інших спорудах біологічного очищення, вони містяться в активному мулі. Основне завдання бактерій - первинна трансформація і розкладання розчинних органічних речовин. Вони також беруть участь в розкладанні завислих органічних речовин за допомогою синтезу зовніклітинних ферментів. Зазвичай вміст бактерій в активному мулі становить 10^{10} - 10^{12} на літр.

Багатоклітинні поширенні в активному мулі набагато менше і живуть у активному мулі при низькому навантаженні. В аеротенках можна виявити коловертки, ракоподібних, різного виду комах та інших представників.

Організми, які беруть участь в процесі біологічного очищення води [15]:

Achromobacter - бактерії, часто зустрічаються як в біофільтрах, так і в реакторах з активним мулом.

Acinetobacter - один з родів бактерій, відповідальних за біологічне видалення фосфору.

Alcaligenes - бактерії, часто зустрічаються як в біофільтрах, так і в аеротенках з активним мулом, а також в метантенках.

Червоні черви - дуже рухливі личинки червоного кольору, довжиною 1-2 см. Зустрічаються в реакторах з активним мулом і в біофільтрах, а також в дуже забруднених стоках.

					ЕКБ.БЕ6118.ДП	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Crustacea - ракоподібні, що мешкають в аеротенках з активним мулом при дуже низькому навантаженні, а також в ставках.

Daphnia - ракоподібні, що мешкають в аеротенках з активним мулом при дуже низькому навантаженні, а також в біологічних ставках.

Flavobacterium - бактерії, що часто зустрічаються в аеротенках з активним мулом, біофільтрах, а також в метантенках.

ГАО – Глікоген-акумулюючі організми, не накопують фосфат:

Geotrichum- рід грибів, що мешкають в аеротенках з активним мулом і біофільтрах.

Gordonia - бактерії, що викликають утворення піни в реакторах з активним мулом (раніше називалися Nocardia).

Micrococcus - бактерії, часто зустрічаються як в біофільтрах, так і в аеротенках з активним мулом.

Mierotrix - бактерії, що викликають вспухання мулу за високого мулового індексу в аеротенках. Розкладають довголанцюгові жирні кислоти.

Nitrobacter - бактерії, окиснюють нітрит до нітрату. Розвиваються в аеротенках з низьким навантаженням.

Nitrosomonas - бактерії, що окиснюють амоній до нітриту. Розвиваються в реакторах з низьким навантаженням.

ФАО- Фосфат-акумулюючі організми:

Pseudomonas - бактерії, що живуть в реакторах з активним мулом, біофільтрах, в метантенках та в денитрифікуючих реакторах.

Rotifera - коловертки, живуть в аеротенках при низькому навантаженні. Є індикатором дуже хорошою біологічної очистки.

Sphaerotilus natans - нитчасті бактерії, можуть перешкоджати процесам осадження активного мулу, викликаючи так зване спухання мулу.

Vorticella - дзвоновидні прикріплені інфузорії. Є індикатором гарної

					ЕКБ.БЕ6118.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

очістки. Вільно плаваючі інфузорії поїдають вільно плаваючих бактерій, очищаючи тим самим воду. Якщо у воді домінують прикріплені форми, це означає, що в розчині харчування для них, тобто бактерії, небагато, а отже - вода чиста.

Zoogloea ramigera - бактерії, що живуть в аеротенках з активним мулом і в біофільтрах. Виділяють желатиноподібний слиз, що приводить до флокуляції активного мулу [15].

					ЕКБ.БЕ6118.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

2. БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

2.1. Біохімічні процеси що протікають в аеротенку

Процеси видалення забруднень, що надходять в аеротенк з стічною водою, можна поділити на три стадії:

1. Дифузія забруднень з рідкої фази і сорбція їх на поверхні пластівців активного мулу. Швидкість даного процесу обумовлюється законами дифузії і залежить від гідродинамічного стану в аеротенках. Сорбція забруднень відбувається досить швидко. Вже у перші хвилини контакту стічної води з мулової сумішшю концентрація забруднень у воді кардинально знижується.

2. Надходження речовин всередину клітин. Залежно від виду організмів і забруднень надходження речовин відбувається за допомогою дифузії, фагоцитозу чи активного транспорту. За рахунок екзоферментів що секретуються клітинами, макромолекули розщеплюються на більш дрібні фрагменти. Тверді органічні частинки забруднень також можуть розщеплюватися екзоферментами, а неорганічні сорбуються на поверхні пластівців мулу, а далі або споживаються найпростішими.

3. Катаболізм або розщеплення забруднень до простих з'єднань. Цей процес відбувається з виділенням енергії і утворенням відновлювальних еквівалентів (атомів водню, електронів, гідрид-іонів). Потім ця енергія і відновні еквіваленти використовуються в процесах біосинтезу (анаболізмі), тобто здійснюється приріст активного мулу [15].

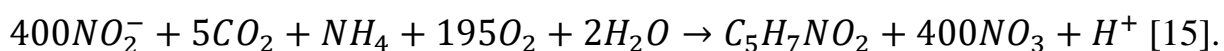
Катаболізм жирів. Розщеплювати жири здатні багато багато мікроорганізмів та деякі гриби. Під дією ліпаз жири гідролізуються до гліцерину і жирних кислот. Гліцерин далі окиснюється до піровиноградної кислоти і вступає в цикл Кребса. Жирні кислоти піддаються β -окислення з послідовним відщепленням

					ЕКБ.БЕ6118.ДП		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ		
Розроб.		Романюк А.О.					
Конс.		Козар М.Ю.					
Керів.		Козар М.Ю.					
Затверд.							
					Стадія	Арк.	Аркушів
						23	65
					КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ		

двухуглеродний фрагмента - ацетил-СоА. Активний мінералізатор жирів *Pseudomonas fluorescens* постійно присутня в активному мулі.

Перетворення сполук азоту.

Амоніфікація. Білки розщеплюються протеазами на пептидні ланцюги різної довжини і окремі амінокислоти. Низькомолекулярні пептиди і амінокислоти легко піддаються окислювальному або гідролітичному дезамінуванню під дією окси- або дегідрогеназ відповідно. Найбільш активними з амоніфікаторів є *Proteus vulgaris*, різні види *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Clostridium*.



Нуклеїнові кислоти використовуються значно меншим числом видів бактерій, ніж білки (*Mycobacterium*, *Corynebacterium*, *Nocardia*). Окиснення починається з їх розщеплення під дією нуклеаз на окремі нуклеотиди, які потім через проміжне утворення сечовини і органічних кислот мінералізується до аміаку, діоксиду вуглецю і води.

Сечовина розкладається бактеріями і грибами, що володіють ферментом уреазою. Специфічні уробактерій *Micrococcus urea* і *Sarcina urea* переносять високу лужність середовища і переробляють великі кількості сечовини. Сечова кислота гідролізується до сечовини і далі повністю мінералізується.

Споживання відновлених сполук азоту. Більшість мікроорганізмів здатні засвоювати відновлені форми азоту: аміак і солі амонію.

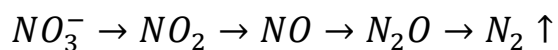
За асиміляційного процесу такий азот включається до складу аміногруп амінокислот і далі в інші азотовмісні сполуки клітини.

До дисиміляційного процесу або нітрифікації здатні тільки деякі мікроорганізми - нітрифікатори. Перша група нітрифікаторів *Nitrosomonas*, *Nitrosospira*, *Nitrosococcus*, *Nitrosolobus* окиснює аміак до нітритів, друга група *Nitrobacter*, *Nitrospina*, *Nitrococcus* окиснює нітрити до нітратів. Загальну

швидкість реакції лімітує перша стадія [16].

					ЕКБ.БЕ6118.ДП	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальна схема денітрифікації має вигляд:



2.2. Характеристика очищеної стічної води

Кінцевим продуктом технології очищення стічних вод сирзаводу при скиді в річку є очищена стічна вода що відповідає вимогам СанПіН №4630-88:

- завислі речовини < 0,25 мг/дм³;
- запахи та присмаки повинні мати інтенсивність не вище 2 балів;
- вода не повинна мати забарвлення в стовпчику 20 см;
- водневий показник рН має не виходити за межі 6,5- 8,5;
- вміст хлоридів не більше 350 мг/дм³;
- сульфатів не більше 500 мг/дм³;
- розчинений кисень має становити не менше 4 мг/дм³;
- БСК_{повн} повинно бути не більше 5,3 (мг О₂)/дм³;
- колі-індекс не вище 1000 при вмісті залишкового хлору 1,5 мг/дм³.

					ЕКБ.БЕ6118.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1. Сировина та матеріали

Матеріали, необхідні для технологічного процесу представлені у таб 3.1.

Таблиця 3.1. Характеристика сировини, матеріалів та напівпродуктів

Найменування	Категорія і номер НТД відповідно до якого перевіряється сировина	Показники, що обов'язкові для перевірки та їх нормативне значення
1. Основна сировина:		
Неочищена стічна вода	ДБН В.2.5-75:2013	Витрата СВ – 30 000 мг/дм ³ ХСК – 1 200 мг/дм ³ БСК – 1 100 мг/дм ³ Жири – до 100 мг/дм ³ C _{ЗР} – 350 мг/дм ³ C _{Намон} = 28 мг/дм ³ C _{NO₂⁻} = 0,11 мг/дм ³ C _{NO₃⁻} = 1,3 мг/дм ³
2. Допоміжна сировина:		
Хлорид заліза, 10%, технічний	ТУ У 24.1- 05444552-045-2005	Рідина темночервоного кольору
Негашене вапно	ГОСТ 1692-85	Білий порошкоподібний продукт із різким запахом хлору
3. Напівпродукти:		
Осад	СанПіН 2.1.7.573-96	pH – 5,5-8,5 Яйця гельмінтів та патогенні ентеробактерії відсутні

3.2. Опис технологічної схеми очищення стічних вод сирзаводу

У даній технології очищуються стічні води Старокостянтинівського сирзаводу об'ємом 30 000 м³/доб.

					ЕКБ.БЕ6118.ДП			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Романюк А.О.			ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Стадія	Арк.	Акресий
Конс.		Козар М.Ю.						
							26	65
Керів.		Козар М.Ю.				КПІ ім. Ігоря Сікорського,ФБТ		
Затверд.								

ДР 1 Підготовка повітря для аерації

При подачі повітря в аеротенк необхідно виконати 4-х основних стадій:

- стиснення повітря;
- регулювання температури та вологості ;
- очищення повітря від пилу та інших завислих частинок.

ДР 1.1 Забір повітря

Забір здійснюється за допомогою труб, що знаходяться на висоті 4-6 м.

Температура повітря має бути від -20 до +40 °С.

ДР 1.2 Фільтрування повітря

Для фільтрування повітря використовується тканина Петрянова (ФПП15-30), що затримує пил, механічні часточки діаметром 1,5 мкм. Повітря направляється на ДР 1.3.

ДР 1.3 Копресування повітря

Для компресування повітря з ДР 1.2 застосовуються повітродувки продуктивністю 2-190 м³/хв. Повітря стискають до 2,5 кПа (бар). На даній стадії щогодини здійснюється технологічний контроль тиску за допомогою технічного манометра. Повітря направляється на стадії ТП 8, ПВ 12.2.

ДР 2 Приготування розчину гіпохлориту натрію

Розчин гіпохлориту натрію готують наступним чином: тверду масу з безбарвних кристалів, розчиняють у воді. Відповідно до ДБН В 2.5-75:2013 розрахункова доза активного хлору має становити 3 г/дм³. На даній стадії відбувається технологічний контроль за концентрацією реагенту. Розчин подається до ТП 11.1.

ДР 3 Підготовка розчину коагулянту

Для обробки надлишкового активного мулу та осадів стічних вод застосовують хлорид заліза (III) FeCl₃ (ТУ У 24.1- 05444552-045-2005). Ця сіль, що використовується у якості коагулянту утворює малорозчинні у воді гідроксиди заліза, які сорбують зважені, дрібнодисперсні і колоїдні речовини, що осідають на

					ЕКБ.БЕ6118.ДП	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дно відстійника при сприятливих умовах і це призводить до утворення осаду. Розчин направляють на ПВ 12.4.

ДР 4 Підготовка розчину негашеного вапна

Найпоширенішим реагентом для стабілізації осадів є негашене вапно, завдяки своїй низькій ціні. Додавання цього реагенту призводить до пригнічення рісто і розвитку мікроорганізмів за рахунок збільшення значення рН. Оптимальна доза - 30% від сухого залишку осаду. На даному етапі проводиться технологічний контроль - концентрації розчину. Розчин подають до ПВ 12.4.

ТП 5 Стадія механічної очистки

ТП 5.1 Очищення на решітках-дробарках

Очисні решітки-дробарки призначені для подрібнення та вилучення крутного сміття безпосередньо в потоці стічних вод. Швидкість потоку рідини в решітці становить близько 0,8-1,0 м/с. Дрібне сміття крізь щілини надходить всередину барабана і виходить через дюкер, а крутні фракції сміття затримуються в щілинних отворах. Відходи що затримались на решітці переміщуються до тріпальних гребенів, закріплених на нерухомому корпусі і подрібнюються. На виході стічна вода відводиться разом із подрібненими забрудненням. Тривалість роботи до 12 годин. Вода подається до ТП 5.2. На даному етапі здійснюється технологічний контроль пропускної здатності ґраток.

ТП 5.2 Очищення на пісковловлювачах

Вода з ТП 5.1 подається на пісковловлювачі, оскільки пісок та інші важкі мінеральні речовини негативно впливають на роботу відстійників. В основу методу покладено гравітаційне осадження. Вода рухається зі швидкістю 0,15-0,3 м/с, ця швидкість є оптимальною для видалення крупних домішок, гідравлічна крупність затриманого піску складає 18,7-24,2 м/с. Для видалення піску секції пісколовок обладнані скребковим механізмом, за допомогою якого пісок згрібається з днища та підводиться до бункера, що розташований на початку секції. Видалення піску із бункера здійснюється періодично (двічі на добу) гідроелеватором. Насосна станція пісколовок, в якій встановлено 2 насоси марки Д200/95 забезпечує гідроелеватор

					ЕКБ.БЕ6118.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

робочою водою із відповідного каналу після вторинних відстійників. Піскова пульпа видаляється на піскові майданчики, які являють собою дренавані обваловані ділянки. Вони розташовуються близько до пісколовок. Дренажна вода з піскових майданчиків перекачується насосами в голову очисної споруди.

На даному етапі проводять технічний контроль концентрації піску та мінеральних домішок в стічній воді на виході з пісковловлювача, що повинна складати 0,8 мг/дм³.

ТП 6 Очищення в первинних відстійниках

Після решіток і пісковловлювачів стічні води містять завислі речовини у значній кількості - нерозчинні грубодисперсні домішки з густиною, відмінною від густини води, які знаходяться у завислому і плаваючому стані. Для запобігання підвищеному приросту активного мулу в аеротенках концентрація завислих речовин в стічних водах перед цією спорудою не повинна перевищувати 100-150 мг/л. Ефективність видалення завислих речовин становить 26 %. Проводиться технічний контроль рівня завислих речовин на вході та на виході з відстійника. Відстояна вода подається на ТП 7.

ТП 7 Анаеробне очищення стічних вод в UASB реакторі

Стічна вода з первинного відстійника подається в анаеробний реактор, що являє собою циліндричну споруду. Спочатку в анаеробному біореакторі, де за відсутності кисню (концентрація розчиненого кисню 0,1-0,2 мг/дм³) відбувається деструкція органічних речовин за допомогою мікроорганізмів. Для забезпечення проходження процесу денітрифікації необхідно забезпечити подачу рециркуляційної мулової суміші ($R = 2$) з кінцевої зони нітрифікації аеротенка-витиснювача та рециркуляційного активного мулу з вторинних відстійників [17].

Реактор Р-19 знаходиться під тиском, проводиться контроль тиску та технологічний контроль.

ТП 8 Очистка стічних вод в аеротенку-витиснювачі

Згідно технологічної схеми активний мул подається безпосередньо на вхід в аеротенк, туди ж подається і стічна вода з ТП 7. У аеротенку відбувається повне

					ЕКБ.БЕ6118.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

біологічне очищення води від органічних речовин. Поглинання органічних речовин відбувається за рахунок мікроорганізмів активного мулу. Для підтримання мулової суміші у завислому стані та забезпечення киснем процесу окислення органічної частини забруднень до аеротенку подається повітря, підготовлене на стадії ДР 1.3. Проводиться технічний контроль інтенсивності аерації, рН, БСК_{повн}, доза активного мулу, гідробіологічні показники двічі на добу. Вода подається до ТП 9.

ТП 9 Відстоювання у вторинних відстійниках

З ТП 8 вода самопливно подається до вторинного відстійника, де відбувається осадження пластівців активного мулу. Частина активного мулу повертається на вхід до аеротенку ТП 8 як рециркулюючий активний мул. Інша частина видаляється у вигляді надлишкового активного мулу і направляється на стадію ПВ 11. Відстоювання відбувається протягом 1,5 годин.

На даному етапі проводять технологічний контроль - контроль вологості НАМ, значення якого повинно бути в межах 99,2-99,7%.

ТП 10 Доочищення стічної води в біологічних ставках.

Після вторинного відстоювання показник БСК_{повн} все ще не відповідає нормам скиду у водойму. Тому потрібно використовувати біологічні ставки в якість доочищення стічних вод.

У теплий період року у біологічних ставках зниження БСК_{повн} відбувається в межах від 6 до 9 мг/л. У холодний період року можна досягнути досить гарних результатів, а саме зменшення БСК_{повн} до 34мг/л.

ТП 11 Знезараження очищеної стічної води.

ТП 11.1 Змішування стічних вод з гіпохлоритом натрію

Вода з ТП 10 надходить у споруду куди подається гіпохлорит натрію у вигляді розчину з концентрацією 3 мг/дм³. Досягнути такої концентрації можна завдяки системі автоматичного регулювання дозування. Тривалість обробки 30 хв.

ТП 11.2 Змішування води з реагентом в контактному резервуарі

					ЕКБ.БЕ6118.ДП	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зі стадії ДР 2 надходить розчин гіпохлорит натрію та проводиться знезараження води шляхом обробки побутових стічних вод. Тривалість цього процесу становить 30 хв. Після знезараження очищена вода скидається у водойму. Обов'язково проводиться контроль всіх показників за нормами скиду води у водому (С (активного хлору) = 3 мг/м³ .

ПВ 12 Обробка надлишково активного мулу та осаду

ПВ 12.1 Ущільнення надлишкового активного мулу

Стадія ущільнення передбачена задля відділення мулової води стабілізованого мулу. Мул під дією сили тяжіння осідає на дно і видаляється муловідсмоктувачем для подальшої обробки. Тривалість ущільнення $t_y = 5$ годин. Вологість ущільненого осаду 96,5-98,5%. На даній стадії проводиться технічний контроль.

ПВ 12.2 Аеробна стабілізація надлишково активного мулу і осаду

Аеробна стабілізація осадів полягає в тривалій аерації в спорудах типу аеротенків, в результаті чого відбувається розкладання значної частини органічних речовин до кінцевих продуктів – CO₂, H₂O, ін. Вміст патогенних мікроорганізмів і вірусів при цьому знижується на 70-90%, проте яйця гельмінтів не гинуть. Тривалість перебування осадів в стабілізаторі 7 діб. Залишкові органічні речовини стабілізуються тобто втрачають здатність до загнивання. Біохімічному розпаду піддається біля 65-80% беззольної речовини активного мулу.

ПВ 12.3 Дегельмінтизація ущільненого осаду та мулу.

Дегельмінтизація ущільненого осаду відбувається за рахунок гарячої пари при температурі 65°C, протягом 20 хв. В наслідок чого гинуть яйця гельмінтів, а також відбувається пригнічення розвитку патогенних мікроорганізмів та вірусів.

ПВ 12.4 Промивання осаду

Осад промивається технічною водою протягом 30 хвилин у камері для промивки осаду.

ПВ 12.5 Ущільнення осаду

Промитий осад ущільнюється шляхом відстоювання. Процес триває 12 год. Осад подається на стадію ПВ 10.6, а мулова вода до ТП 5.

					ЕКБ.БЕ6118.ДП	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПВ 12.6 Змішування води з коагулянтном

Розчин хлориду заліза трьохвалентного зі стадії ДР 3 використовуємо в якості реагенту для коагуляції та додають гашене вапно зі стадії ДР 4. Додавання двох реагентів забезпечує більш якісну коагуляцію води. Процес коагуляції являє собою злипання частинок колоїдної системи. Гідроксиди об'єднуються з частинками осаду, сприяючи їх коагуляції і покращенню водовіддачі перед вакуум-фільтрацією.

ПВ 12.7 Зневоднення осаду на вакуум-фільтрах

На цій стадії використовуються барабанні вакуум-фільтри безперервної дії на які після попередньої обробки подається осад. Вакуум-насоси забезпечують необхідне для зневоднення осаду розрідження $p=0,05$ МПа. Для відділення осаду з фільтрувальної тканини використовують стиснене повітря. Тривалість фільтроциклу при цьому становить $t = 3-4$ хв. Утворений фільтрат відводиться до ТП 5.1. Вологість осаду становить 65%. Утворений кек направляють на вивезення.

ЗВ 13 Підсушування на аварійних мулових майданчиках

У випадку аварії на станції механічного зневоднення для підсушування осаду передбачені мулові майданчики. Площа мулових майданчиків розраховується на 20% від річної кількості осаду, що надходить на станцію. Дренажна вода направляється на ТП 5. Зневоднений осад на вивезення.

ЗВ 14 Підсушування на піскових майданчиках

На піскові майданчики поступає піщана пульпа від ТП 5.2. Дренажна вода насосами подається на стадію ТП 5. Пісок відправляють на вивезення.

3.3. Контроль виробництва

Параметри контролю виробництва, що визначаються наведені в таблиці.

Таблиця 3.2 Точки і параметри контролю.

					ЕКБ.БЕ6118.ДП	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

№	Назва стадії процесу, місце заміру параметра або відбору проби	Параметр, що контролюється	Частота контролю	Норми технологічного режиму та допустимі відхилення	Методи контролю	Метод контролю параметра, тип приладу
1	2	3	4	5	6	7
1	Стічна вода від сирзаводу	Витрати стічних вод, м ³ /добу	1 раз на добу	30 000 $\delta = \pm 3\%$	K _т	Акустичний витратомір ЕХО-Р-02. Клас точності 3
		рН	Кожні 2 години і 1 раз на добу (середньодобова проба)	6,5-8,5 $\delta = \pm 0,05$	K _х	Іономір лабораторний І-160. Клас точності 3
		Масова концентрація завислих речовин, мг/дм ³	Кожні 2 години і 1 раз на добу (середньодобова проба)	350 $\delta = \pm 10\%$	K _х	КНД 211.1.4.039-95
		ХСК, мг/дм ³	2 рази на тиждень	1200 $\delta = \pm (15-30)\%$	K _х	КНД 211.1.4.021-95
		БСКп, мг/дм ³	2 рази на тиждень	1100 $\delta = \pm 10\%$	K _х	КНД 211.1.4.024-95
		Температура, °С	Кожні 2 години, і 1 раз на добу (середньодобова проба)	Не більше 40, $\Delta = \pm 0,1$ °С	K _т	МВВ № 081/12-0311-06 Термометр ц.п. 0,1С

Продовження таблиці 3.2.

2	Підготовка аераційного повітря	Робочий тиск нагнітання в повітродувці, МПа	1 раз за годину	2,5 $\delta = \pm 2,5\%$	K_T	Манометр ОБМ1-100 Межа вимірювання 0-1 Клас точності 2,5
3	Підготовка розчину гіпохлориту натрію	Масова концентрація, г/дм ³	1 раз за годину	3 $\delta = \pm (10-15)\%$	K_X	Концентрато-мір КОХ-1
4	Підготовка 10% розчину хлорного заліза	Масова концентрація хлорного заліза, мг/дм ³	1 раз на годину	10 $\delta = \pm (10-15)\%$	K_X	Концентрато-мір КОХ-1
5	Очищення на піскоуловлювачах	Масова концентрація піску та мінеральних домішок на вході мг/дм ³	1 раз на добу	2,5 $\delta = \pm 5\%$	K_T	КНД 211.1.4.045-95
		Масова концентрація піску та мінеральних домішок на виході мг/дм ³	1 раз на добу	0,8 $\delta = \pm 5\%$	K_T	КНД 211.1.4.045-95

Продовження таблиці 3.2.

6	Первинне відстоювання	Масова концентрація завислих речовин на вході мг/дм ³	Кожні 2 години і 1 раз на добу (середньодобова проба)	350 $\delta = \pm 10\%$	К _т	КНД 211.1.4.039-95
		Масова концентрація завислих речовин на виході мг/дм ³	Кожні 2 години і 1 раз на добу (середньодобова проба)	150 $\delta = \pm 10\%$	К _т	КНД 211.1.4.039-95
7	Біологічне очищення в аеротенку	Муловий індекс, см ³ /г	1 раз у добову зміну	85	К _т	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд
		Доза активного мулу, г/дм ³	3 рази на тиждень	2,5	К _т	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд
		pH	Кожні 2 години і 1 раз на добу (середньодобова проба)	6,7-8 $\delta = \pm 0,1$	К _х	МВВ № 081/12-0317-06 Іонімір лабораторний I-160
		Температура, °С	Кожні 2 години і 1 раз на добу (середньодобова проба)	17-20 $\Delta = \pm 0,1\%$	К _т	МВВ № 081/12-0311-06 Термометр ц.п. 0,1С
8	Вторинне відстоювання	Вологість надлишкового активного мулу, %	3 рази на тиждень	99,2-99,7	К _т	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд

Продовження таблиці 3.2.

8	Вторинне відстоювання	Ступінь рециркуляції	4 рази на тиждень	0,3	K _т	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд
9	Змішування очищеної води з гіпохлоритом	Доза активного хлору, мг/дм ³	1 раз на добу	3	K _х	Дозатор-витратомір 8010
10	Ущільнення НАМ	Вологість, %	1 раз на тиждень	98	K _х	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд
11	Аеробна стабілізація осаду	Вологість осаду, %	1 раз на тиждень	98,5	K _т	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд
		Мікроскопіювання осаду	1 раз на тиждень		K _х	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд
12	Ущільнення осаду	Вологість осаду, %	1 раз на тиждень	96,5	K _т	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЕКБ.БЕ6118.ДП

Арк.

36

Продовження таблиці 3.2.

13	Реагентне кондиціонування осаду	Масова концентрація хлорного заліза, г/дм ³	1 раз на добу	3	К _т	Концентратомір КОХ-1
		Концентрація негашеного вапна	1 раз на добу	30	К _х	Дозатор- витратомір 8011
14	Зневоднення на фільтр-пресі	Вологість осаду, %	1 раз на тиждень	65	К _т	Методика лабораторного контролю за роботою каналізаційних очисних споруд
		Робочий тиск, МПа	Робочий тиск, МПа	0,05	К _т	Манометр ОБМІ100

3.4. Матеріальний баланс

Для очищення стічних вод сирзаводу використовуються реагенти: негашене вапно, гіпохлорит натрію, хлорне залізо. Вони призводять до утворення великої кількості осадів. У таблиці 3.3 представлені надходження і витрати матеріальних ресурсів.

Таблиця 3.3 Матеріальний баланс виробництва

					ЕКБ.БЕ6118.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Використано					Отримано				
Стадія	Назва сировини, матеріалів та напівпродуктів	Кількість			Стадія	Назва кінцевого продукту або напівпродукту, відходів та втрат	Кількість		
		кг/ м³ СВ	м³ /добу	кг			кг/ м³ СВ	м³ /добу	кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Механічне очищення стічних вод	Стічна вода	-	30 000	-	Механічне очищення стічних вод	Стічна вода	-	29 873	-
	Завислі речовини	0,213	-	1125		Завислі речовини	0,15	-	1008
	БСК _{пов}	0,255	-	917		БСК _{пов}	-	-	-
	Пісок	-	-	882		Пісок	-	-	-
					Вилучено	Завислі речовини		39	1008
						БСК _{пов}			
						Пісок			893
					Втрати	Стічна вода		18	-
						Забруднювачі		-	11
Всього			30 000	2924	Всього			30 000	2920
Біологічне очищення стічних вод	Стічна вода	-	29 873	-	Біологічне очищення стічних вод	Стічна вода	-	29 689	
	Завислі речовини	0,15	-	1008		Завислі речовини	0,001	-	7,58
	БСК _{пов}	0,213	-	898		БСК _{пов}	0,0005	-	8,96
	Приріст біомаси	0,16	-	1124		Приріст біомаси	-	-	-
					Вилучено	Завислі речовини	-	31	895
						БСК _{пов}	-	-	742
						Біомаси	-	-	1428
					Втрати	Стічна вода	-	23	-
						Забруднювачі	-	-	14
Всього			29 873	3030	Всього			29 689	3096

4. ВИБІР І ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЛАДНАННЯ

4.1. Розрахунковий коефіцієнт змішування стічних вод з водою річки

Розрахунки було проведено за методикою що наведена в посібнику [18].

Коефіцієнт турбулентної дифузії, який показує змішування стічної води з водою річки, визначається за формулою:

$$E = \frac{V_{cp} \cdot H_{cp}}{200} = \frac{2,2 \cdot 2,6}{200} = 0,0286$$

де V_{cp} - середня швидкість течії води в річці між випуском стічних вод і розрахунковим створом, м/с (згідно завдання); H_{cp} - середня глибина річки на тій же ділянці, м.

Коефіцієнт, що враховує гідравлічні умови змішування стічних вод з водою річки, визначається за формулою:

$$\alpha = \varphi \cdot \xi^3 \sqrt{\frac{E}{Q_{сер.сек.}}} = 1,6 \cdot 1,5^3 \sqrt{\frac{0,0286}{0,347}} = 1,04$$

де φ - коефіцієнт звивистості річки, рівний відношенню відстані по фарватеру від місця випуску стічних вод до розрахункового створу до відстані між цими пунктами по прямій; ξ – коефіцієнт, що залежить від місця і конструкції випуску стічних вод у водойму (при русловому випуску – 1,5; при береговому – 1,0); q - середньосекундна витрата стічних вод, що скидаються у водойму, м³/с.

Коефіцієнт змішування стічних вод з річковою водою визначається за формулою:

$$\gamma = \frac{1 - e^{-\alpha^3 \sqrt{L}}}{1 + (\frac{Q}{Q_{сер.сек.}}) e^{-\alpha^3 \sqrt{L}}} = \frac{1 - e^{-0,75^3 \sqrt{200}}}{1 + (\frac{20}{0,347}) e^{-3 \sqrt{200}}} = 0,999$$

					ЕКБ.БЕ6118.ДП				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Романюк А.О.			ВИБІР І ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЛАДНАННЯ		Стадія	Арк.	Акрушід
Конс.		Козар М.Ю.							
								39	65
Керів.		Козар М.Ю.					КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ		
Затверд.									

де L - відстань по фарватеру річки від місця випуску стічних вод до розрахункового створу, м; Q - розрахункова витрата води в річці при 95% забезпеченості, м³/с; q - середньосекундна витрата стічних вод, що скидаються у водойму, м³/с.

4.2. Розрахунок необхідного ступеня очищення стічних вод

Гранично-допустима концентрація завислих речовин в очищеній стічній воді, що скидається у водойму, становить:

$$C_{ГДС}^{ЗР} = p \left(\frac{\gamma \cdot Q}{Q_{сер.сек}} + 1 \right) + C_{\phi} = 0,75 \left(\frac{0,999 \cdot 20}{0,347} + 1 \right) + 19 = 62,9 \text{ мг/дм}^3$$

де p - приріст концентрації завислих речовин у водоймі після випуску стічних вод, мг/дм³ (0,75 г/м³); C_{ϕ} - фонова концентрація завислих речовин у воді річки до місця випуску стічних вод, мг/дм³.

Допустиме значення БСК_{повн} стічних вод, що скидаються у водойму:

$$C_{ГДС}^{БСК} = \frac{\gamma \cdot Q}{Q_{сер.сек.}} \left(\frac{C_{ГДК}^{БСК}}{10^{-k \cdot t}} - C_p^{БСК} \right) + \frac{C_p^{БСК}}{10^{-k \cdot t}}$$

$$= \frac{0,999 \cdot 20}{0,347} \left(\frac{4,5}{10^{-0,08 \cdot 0,016}} - 4,5 \right) + \frac{4,5}{10^{-0,08 \cdot 0,016}} = 5,3 \text{ мг/дм}^3$$

де $C_{ГДС}^{БСК}$ - значення БСК_{повн}, яке повинно бути досягнуто в процесі очищення стічних вод, мг/дм³; $C_p^{БСК}$ - фонове значення БСК_{повн} у воді річки до місця випуску стічних вод, мг/дм³ ; k - константа швидкості споживання кисню у суміші річкової та стічних вод, доба⁻¹; t - тривалість переміщення води від місця випуску до розрахункового створу становить:

$$t = \frac{L}{V_{cp} \cdot 24 \cdot 3\,600} = \frac{3\,200}{2,2 \cdot 24 \cdot 3\,600} = 0,016 \text{ доб}$$

де L - відстань по фарватеру річки від місця випуску стічних вод до розрахункового створу, м (згідно завдання); V_{cp} - середня швидкість течії води в

					ЕКБ.БЕ6118.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

річці між випуском стічних вод і розрахунковим створом, м/с (згідно завдання).

Розрахунок допустимого БСК_{повн} стічних вод, що скидаються у водойму, за розчиненим у воді киснем, без урахування поверхневої реаерації водойми. Потрібна концентрація розчиненого кисню у воді річки для літніх умов буде забезпечена, якщо БСК_{повн} стічних вод не буде перевищувати величину:

$$C_{\text{БСК}}^{\text{O}_2} = \frac{\gamma \cdot Q}{0,4 \cdot Q_{\text{сер.сек.}}} (O_{\text{ф}} - 0,4 \cdot C_{\text{БСК}}^{\text{ф}} - O_{\text{min}}) - \frac{O_{\text{min}}}{0,4}$$

$$= \frac{0,999 \cdot 20}{0,4 \cdot 0,347} (6,5 - 0,4 \cdot 4,5 - 4) - \frac{4}{0,4} = 89,8 \text{ мг/дм}^3$$

де $C_{\text{БСК}}^{\text{O}_2}$ - БСК_{повн} стічних вод, яке потрібно досягнути в процесі очищення, мг/дм³; $O_{\text{ф}}$ - фонові концентрації розчиненого кисню у воді річки до місця випуску стічних вод, мг/дм³ (згідно завдання); O_{min} - найменша концентрація розчиненого кисню, яка повинна бути забезпечена у водоймі, мг/дм³; $C_{\text{БСК}}^{\text{ф}}$ - фонові значення БСК_{повн} у воді річки до місця випуску стічних вод, мг/дм³; 0,4 - коефіцієнт для перерахунку БСК_{повн} у БСК₂.

4.3. Розрахунок первинних відстійників

Радіальний відстійник являє собою круглий резервуар, стічна вода подається по центральній трубі і рухається від центру до периферії. Ефективність E_{set} відстоювання обумовлюється тим, що на біологічне очищення рекомендується подавати воду з вмістом завислих речовин, який не перевищує 150 мг/дм³. Ефективність видалення завислих речовин у первинних відстійниках обчислюється за формулою:

$$E_{\text{set}} = \frac{C_{\text{зр}}^{\text{n}} - C_{\text{зр}}^{\text{k}}}{C_{\text{зр}}^{\text{k}}} \cdot 100\% = \frac{350 - 150}{350} \cdot 100 = 67\%$$

де $C_{\text{зр}}^{\text{n}}$ - початкова концентрація завислих речовин на вході в споруду, мг/дм³;

$C_{\text{зр}}^{\text{k}}$ - концентрація завислих речовин на виході зі споруди, мг/дм³.

					ЕКБ.БЕ6118.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Тривалість відстоювання стічних вод, при якій забезпечується необхідний ефект прояснення стічних вод, визначається за (дод. К, табл. К.2) і становить: $t_{set}=785\text{с}$.

Гідравлічна крупність частинок, які будуть затримуватись у первинних відстійниках, становить:

$$U_o = \frac{1\,000 \cdot K_{set} \cdot H_{set}}{\alpha \cdot t_{set} \cdot \left(\frac{K_{set} \cdot H_{set}}{h}\right)^{n_2}} = \frac{1\,000 \cdot 0,45 \cdot 3,0}{1,0 \cdot 785 \left(\frac{0,45 \cdot 3,0}{0,5}\right)^{0,24}} = 1,35 \text{ мм/с}$$

де K_{set} - коефіцієнт використання зони об'єму, залежить від типу відстійника; H_{set} – робоча глибина відстійника, залежить від типу відстійника; α - коефіцієнт, що враховує температуру стічних вод (дод. К, табл. К.3); t_{set} – тривалість відстоювання, с; h – висота циліндра, м; n_2 – показник степеня, який залежить від агломерації частинок, приймається за (дод. К, табл. К.4).

Визначаємо продуктивність первинного відстійника. Для радіального та вертикального типу відстійників:

$$q_{set} = 2,8 \cdot K_{set} \cdot (D^2 - d^2)(U_o - v) = 2,8 \cdot 0,45 \cdot (24^2 - 1,6^2)(1,35 - 0) = 976 \text{ м}^3/\text{год}$$

де D – діаметр відстійника, м; d – діаметр розподільного пристрою радіального відстійника (дод. К, табл. К.5) [18] чи центральної труби вертикального відстійника, м; v - турбулентна складова приймається в залежності від швидкості руху стічних вод у споруді 5-10 мм/с (дод. К, табл. К.6) [18].

При визначенні розмірів відстійників доцільно орієнтуватися на розміри типових споруд [3, табл. 12.4-12.6] (дод. К, табл. К.7). Кількість відстійників повинна бути не менша двох. Кількість первинних відстійників визначається за формулою:

$$N = \frac{Q_{max}}{q_{set}} = \frac{1\,911}{975} = 1,96 = 2 \text{ шт}$$

де Q_{max} – максимальна витрата суміші стічних вод, м³/год.

Приймаємо 2 первинних радіальних відстійника діаметром 24м.

Розраховуємо фактичну продуктивність одного відстійника діаметром 24м:

					ЕКБ.БЕ6118.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

$$q_{\phi} = \frac{Q_{max}}{N_{\phi}} = \frac{1\,911}{2} = 955,5 \text{ м}^3/\text{год}$$

Фактична гідравлічна крупність затриманих частинок становить:

$$U_o^{\phi} = \frac{q_{\phi}}{2,8 \cdot K_{set} \cdot (D^2 - d^2)} = \frac{955,5}{2,8 \cdot 0,45 \cdot (24^2 - 1,6^2)} = 1,27 \text{ мм/с}$$

Фактична тривалість перебування стічних вод у первинному відстійнику становить:

$$t_{set}^{\phi} = \frac{1\,000 \cdot K_{set} \cdot H_{set}}{U_o^{\phi} \cdot \alpha \cdot \left(\frac{K_{set} \cdot H_{set}}{h}\right)^{n_2}} = \frac{1\,000 \cdot 0,45 \cdot 3,0}{1,27 \cdot 1,0 \cdot \left(\frac{0,45 \cdot 3,0}{0,5}\right)^{0,24}} = 838,5 \text{ с}$$

Фактична ефективність прояснення стічних вод при $C_{поч}$ і t_{set}^{ϕ} становить (дод. К, табл. К.1): $E^{\phi}=70,4\%$.

При отриманому E^{ϕ} концентрація завислих речовин:

$$C_{3P}^{к.ф.} = C_{3P}^n - \frac{E^{\phi} \cdot C_{3P}^n}{100} = 305 - \frac{70,4 \cdot 305}{100} = 90,28 \text{ мг/дм}^3$$

Маса сухої речовини осаду, що затримується у первинних відстійниках, становить:

$$M_{ос} = \frac{(C_{3P}^n - C_{3P}^{к.ф.}) \cdot Q_{сер.доб} \cdot K}{10^6} = \frac{(305 - 90,28) \cdot 30\,000 \cdot 1,2}{10^6} = 9,3 \text{ т/добу}$$

де $Q_{сер.доб}$ - витрата стічних вод, м³/доб; $K=1,1 \dots 1,2$ – коефіцієнт, що враховує збільшення об'єму осаду за рахунок крупних часток зависі, які не виявляються при відборі проб для аналізу.

Добовий об'єм осаду:

$$V = \frac{100 \cdot M_{ос}}{100 - W_{ос}} = \frac{100 \cdot 9,3}{100 - 95} = 187 \text{ м}^3$$

де $W_{ос}$ – вологість осаду, %.

Приймаємо за розрахунком кількість відстійників – 2 споруди, за типовим проектом ТП 902-2-363.83 типові розміри споруди:

- діаметр відстійника 24 м,
- діаметр розподільного пристрою 1,6 м,
- гідравлічна глибина 3,4 м,

- висота зони осаду 0,3 м,
- об'єм зони осаду 210 м³.

4.4. Розрахунок аеротенка

Значення БСК_{повн} стічних вод, які надходять в аеротенк, становить 250 мг/дм³. За концентрації БСК_{повн} < 500 мг/дм³ приймаємо аеротенк-витиснювач з регенерацією активного мулу (БСК_{повн} > 150 мг/дм³).

Попередньо приймаємо дозу активного мулу в зоні аерації в межах 2-4,5 г/дм³ та значення мулового індексу 70-100 см³/г. Для прийнятих значень визначається ступінь рециркуляції активного мулу:

$$R = \frac{a_a}{\frac{1\,000}{J} - a_a}$$

де a_a – доза мулу, що дорівнює 3 г/дм³; J – муловий індекс, який становить 85 см³/г.

$$R = \frac{2,5}{\frac{1\,000}{85} - 2,5} = 0,27$$

Доза активного мулу в регенераторі визначається за формулою:

$$a_p = a_a \left(\frac{1}{2R} + 1 \right), \text{ г/дм}^3$$

$$a_p = 2,5 \cdot \left(\frac{1}{2 \cdot 0,27} + 1 \right) = 7,13 \text{ г/дм}^3$$

Концентрація органічних забруднень за БСК_{повн} стічних вод та циркуляційного активного мулу визначається за формулою:

$$L_{\text{сум}} = \frac{C_{\text{БСК сум}}^a + C_{\text{БСК}}^a \cdot R}{1 + R}, \text{ мг/дм}^3$$

де $C_{\text{БСК сум}}^a$ - показник БСК_{повн} стічних вод, що надходять в аеротенк з врахуванням зниження БСК після первинного відстоювання на 15%, мг/дм³; $C_{\text{БСК}}^a$ - показник БСК_{повн} в очищеній воді після повного біологічного очищення, мг/дм³.

$$L_{\text{сум}} = \frac{213 + 15 \cdot 0,27}{1 + 0,27} = 171 \text{ мг/дм}^3$$

Тривалість обробки стічних вод в аеротенку визначається за формулою:

$$t_a = \frac{2,5}{\sqrt{a_a}} \cdot \lg \frac{L_{\text{сум}}}{C_{\text{БСК}}^k}, \text{ год}$$

$$t_a = \frac{2,5}{\sqrt{2,5}} \cdot \lg \frac{171}{15} = 1,67 \text{ год}$$

Питома швидкість окиснення забруднень активним мулом визначається за формулою:

$$\rho = \rho_{\text{мак}} \frac{C_{\text{БСК}}^k \cdot C_o}{C_{\text{БСК}}^k \cdot C_o + K_L \cdot C_o + K_o \cdot C_{\text{БСК}}^k} \cdot \frac{1}{1 + \varphi \cdot a_p}, \frac{\text{мг}}{\text{г} \cdot \text{год}}$$

$$\rho = 85 \frac{15 \cdot 2}{15 \cdot 2 + 33 \cdot 2 + 0,625 \cdot 15} \cdot \frac{1}{1 + 0,07 \cdot 7,13} = 15,94 \frac{\text{мг}}{\text{г} \cdot \text{год}}$$

де $\rho_{\text{мак}} = 85 \text{ мг/(г} \cdot \text{год)}$ – максимальна швидкість окиснення стічних вод;

C_o – концентрація розчиненого кисню в муловій суміші, яка приймається 2 мг/дм^3 ;

K_L - константа, яка характеризує властивості органічних забруднень, складає $33 \text{ мг} \cdot \text{БСК}_{\text{повн}}/\text{дм}^3$; K_o – константа, яка характеризує вплив кисню, становить $0,625 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$;

φ - коефіцієнт інгібування продуктами розпаду активного мулу, складає $0,07 \text{ дм}^3/\text{г}$ [14, табл.40].

Тривалість окиснення органічних забруднень визначається за формулою:

$$t_o = \frac{C_{\text{БСК сум}}^a - C_{\text{БСК}}^k}{a_p (1 - S) \cdot \rho \cdot R}, \text{ год}$$

					ЕКБ.БЕ6118.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

$$t_o = \frac{213 - 15}{7,13(1 - 0,3) \cdot 15,94 \cdot 0,27} = 9,21 \text{ год}$$

де S – зольність активного мулу, приймається 0,3;

Тривалість регенерації активного мулу:

$$t_p = t_o - t_a, \text{ год}$$

$$t_p = 9,21 - 1,67 = 7,5 \text{ год}$$

Середня тривалість перебування стічних вод в системі аеротенк-регенератор буде дорівнювати:

$$t_{\text{сер}} = (1 + R) \cdot t_a + t_p \cdot R, \text{ год}$$

$$t_{\text{сер}} = (1 + 0,27) \cdot 1,67 + 7,5 \cdot 0,27 = 4,1 \text{ год}$$

Середня доза активного мулу в системі аеротенк-регенератор визначається за формулою:

$$a_{\text{сер}} = \frac{a_a(1 + R) \cdot t_a + a_p \cdot R \cdot t_p}{t_{\text{сер}}}, \text{ г/дм}^3$$

$$a_{\text{сер}} = \frac{2,5(1 + 0,27) \cdot 1,67 + 7,13 \cdot 0,27 \cdot 7,5}{4,1} = 4,8 \text{ г/дм}^3$$

Навантаження на активний мул при прийнятих вихідних даних буде складати:

$$q_m = \frac{24(C_{\text{БСК сум}}^a - C_{\text{БСК}}^k)}{a_{\text{сер}} \cdot (1 - S) \cdot t_{\text{сер}}} \text{ мг/г} \cdot \text{добу}$$

$$q_m = \frac{24(213 - 15)}{4,8 \cdot (1 - 0,3) \cdot 4,1} = 345,1 \text{ мг/г} \cdot \text{добу}$$

З урахуванням навантаження на активний мул визначається фактичне значення мулового індексу, згідно (дод. К, табл. К.8), яке становить: $I_{\phi} = 74 \text{ см}^3/\text{г}$.

При фактичному значення мулового індексу ступінь рециркуляції становитиме:

					ЕКБ.БЕ6118.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

$$R^{\Phi} = \frac{a_a}{\frac{1\,000}{I_m} - a_a}$$

$$R^{\Phi} = \frac{2,5}{\frac{1\,000}{74} - 2,5} = 2,2$$

Розрахунок вважається завершеним, коли нове значення R_{Φ} не перевищує попереднього або відрізняється від нього в межах точності розрахунку 5%.

Робочий об'єм аеротенка та регенератора визначається за формулами:

$$W_a = (1 + R) \cdot t_a \cdot Q_{max}, \text{ м}^2$$

$$W_a = (1 + 0,27) \cdot 1,67 \cdot 1\,911 = 4\,053 \text{ м}^2$$

$$W_p = R \cdot t_p \cdot Q_{max}, \text{ м}^3$$

$$W_p = 0,27 \cdot 7,5 \cdot 1\,911 = 3\,869,8 \text{ м}^3$$

де Q_{max} – максимальна витрата суміші стічних вод, $\text{м}^3/\text{год}$.

Загальний об'єм становить:

$$W = W_a + W_p, \text{ м}^3$$

$$W = 4\,053 + 3\,869,8 = 7\,922,8 \text{ м}^3$$

Приймається аеротенк за типовим проектом № 902-2-178 [19, табл. 27.7]:

- кількість секцій 2;
- кількість коридорів 4 (три коридори відводяться на аерацію і один на регеерацію;
- робоча глибина $H = 4,4 \text{ м}$;
- ширина коридору $B = 4,5 \text{ м}$.

Об'єм однієї секції складає:

$$W_1 = \frac{W}{N} = \frac{7\,922,8}{2} = 3\,961,4 \text{ м}^3$$

Довжина секції становить:

					ЕКБ.БЕ6118.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

$$L = \frac{W}{B \cdot H \cdot N \cdot n_k}$$

$$L = \frac{7\,922,8}{4,5 \cdot 4,4 \cdot 2 \cdot 4} = 50 \text{ м}$$

де N – кількість секцій аеротенка, шт.; n_k – кількість коридорів у секції, шт.

Визначається розподіл рециркуляційного активного мулу зі співвідношення:

$$\frac{W_p}{W} = \frac{3\,869,7}{7\,922,8} \cdot 100 = 48,8\%$$

Приріст активного мулу в аеротенку розраховується за формулою:

$$П = 0,8 \cdot C_{3P}^{к.ф} + K_{П} \cdot C_{БСК\text{сум}}^a = 0,8 \cdot 90,28 + 0,3 \cdot 213 = 136,1 \text{ мг/дм}^3$$

де $C_{3P}^{к.ф}$ – концентрація завислих речовин, що надходить в аеротенк, мг/дм³;

$K_{П}$ - коефіцієнт приросту активного мулу, становить 0,3.

Аеротенки обладнуються системою аерації. Приймається дрібнобульбашкова система аерації, її розрахунок полягає у визначенні питомої витрати повітря на аерацію, яка визначається за формулою:

$$q_{\text{пов}} = \frac{q_o \cdot (C_{\text{сум}}^{\text{бск}} - L_w)}{K_1 K_2 K_3 K_T (C_a - C_o)} = \frac{1,1 \cdot (213 - 15)}{1,41 \cdot 2,52 \cdot 0,59 \cdot 1,11 (10,11 - 2)} = 11,54 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

де q_o – питома витрата кисню повітря, що приймається при повному біологічному очищенні 1,1 мг/дм³; K_1 – коефіцієнт, який враховує тип аератора і приймається для дрібнобульбашкової аерації в залежності від співвідношення площі аерованої зони та аеротенка ($f_{a,з}/f_a$); [1, табл.42], (дод. К, табл. К.9); K_2 – коефіцієнт, який залежить від глибини занурення аераторів [1, табл.43], (дод. К.10); K_3 – коефіцієнт якості води для міських стічних вод [1, табл.44], (дод. К.9); K_T – коефіцієнт, що враховує температуру стічних вод, який визначається в залежності від середньомісячної температури стічних вод ($T_{\text{сер.р}}$) за виразом:

$$K_T = 1 + 0,02 \cdot (T_{\text{сер.р}} - 20) = 1 + 0,02 \cdot (25,5 - 20) = 1,11$$

$$f_a = 50 \cdot 0,3 = 15$$

$$f_k = 4,5 \cdot 50 = 225$$

					ЕКБ.БЕ6118.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

$$\frac{f_a}{f_k} = \frac{15}{225} = 0,07$$

$$K_1 = 1,41$$

$$K_2 = 2,52$$

$$K_3 = 0,59$$

де C_a – розчинність кисню повітря у воді, яка визначається в залежності від глибини занурення аераторів (h_a) за формулою:

$$C_a = \left(1 + \frac{h_a}{20,6}\right) \cdot C_T = \left(1 + \frac{4,4}{20,6}\right) \cdot 8,33 = 10,11 \text{ мг/дм}^3$$

де C_T – розчинність кисню у воді в залежності від температури та атмосферного тиску, становить 8,33 мг/дм³; C_o – середня концентрація кисню в аеротенку, яку приймають 2 мг/дм³.

Інтенсивність аерації мулової суміші в аеротенку визначається за формулою:

$$I = \frac{q_{\text{пов}} \cdot H}{t_{\text{сер}}} = \frac{11,54 \cdot 4,4}{4,1} = 12,4 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$$

В регенераторах рекомендується приймати кількість аераторів у 2 рази більшою, ніж в аеротенках, тоді інтенсивність аерації буде складати: в аеротенку - $I_a = 0,67 I_{\text{сер}}$, у регенераторі - $I_p = 1,33 I_{\text{сер}}$.

$$I_p = 1,33 \cdot I = 1,33 \cdot 12,4 = 16,5 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$$

$$I_a = 0,67 \cdot I = 0,67 \cdot 12,4 = 8,3 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$$

Отримані значення мають бути в межах $I_a^{\min} < I_a$, $I_p < I_a^{\max}$.

Загальна витрата повітря, яке подається в аеротенк, визначається за середньою витратою стічних вод за час аерації в години максимального припливу:

$$Q_{\text{пов}}^{\text{сер}} = q_{\text{пов}} \cdot Q_{\text{max}} = 11,54 \cdot 1911 = 22053 \text{ м}^3/\text{год}$$

Обираємо центробіжну двохроторну повітродувку LT-100:

- продуктивність 25 тисяч м³/год;
- тиск від 0,1 до 1 бар;
- частота обертання від 850 до 1750;
- споживана потужність від 1,57 до 24,39 Вт.

4.5. Розрахунок вторинних відстійників після аеротенків

Вторинні відстійники служать для затримання активного мулу після аеротенків, число яких варто приймати не менше трьох за умови, що усі відстійники є робочими. Доцільно приймати вторинні відстійники того ж типу, що і первинні. Розрахунок вторинних відстійників здійснюється за гідравлічним навантаженням на одиницю площі поверхні, яке для відстійників після аеротенків визначається за формулою:

$$q = \frac{4,5 \cdot K_{\text{відст}} \cdot H_{\text{з.в.}}^{0,8}}{(0,1 \cdot J_{\text{м}}^{\phi} \cdot a_a)^{0,5-0,01 \cdot a_t}}, \text{ м}^3/(\text{м}^2 \text{ год})$$
$$q = \frac{4,5 \cdot K_{\text{відст}} \cdot H_{\text{з.в.}}^{0,8}}{(0,1 \cdot J_{\text{м}}^{\phi} \cdot a_a)^{0,5-0,01 \cdot a_t}} = \frac{4,5 \cdot 0,4 \cdot 3,1^{0,8}}{(0,1 \cdot 74 \cdot 2,5)^{0,5-0,01 \cdot 15}} = 1,6 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \text{ год})$$

де $K_{\text{відст}}$ - коефіцієнт використання об'єму відстійників, що приймається для радіальних - 0,4, вертикальних - 0,35 і горизонтальних відстійників - 0,45; $H_{\text{з.в.}}$ - глибина зони відстоювання, м; $J_{\text{м}}^{\phi}$ – фактичне значення мулового індексу, $\text{см}^3/\text{г}$; a_a - концентрація активного мулу в аеротенку, $\text{г}/\text{дм}^3$; a_t - концентрація активного мулу у воді після відстоювання ($15 \text{ мг}/\text{дм}^3$), $\text{мг}/\text{дм}^3$.

Загальна площа поверхні вторинних відстійників визначається за формулою:

$$F_{\text{відст}} = \frac{Q_{\text{max}}}{q}, \text{ м}^2$$
$$F_{\text{відст}} = \frac{Q_{\text{max}}}{q} = \frac{1\,911}{1,6} = 1\,194,4 \text{ м}^2$$

де Q_{max} – максимальна витрата стічних вод з врахуванням рециркуляційної витрати (при необхідності), $\text{м}^3/\text{год}$.

Кількість вторинних відстійників приймається не менше трьох, усі відстійники – робочі:

$$N = \frac{F_{\text{відст}} \cdot 4}{\pi \cdot D^2}$$

					ЕКБ.БЕ6118.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

$$N = \frac{1\,194,4 \cdot 4}{3,14 \cdot 24^2} = 2,6 \approx 3 \text{ шт}$$

Приймаємо три вторинних радіальних відстійника з діаметром 24 м.

Приймаємо такі розміри відстійника за типовим проектом 902-2-88/75:

- діаметр 24 м;
- глибина – 3,7 м;
- діаметр трубопроводу (підвідного) – 1200 мм;
- діаметр трубопроводу (відвідного) – 700 мм;
- об'єм зони (мулової) - 280 м³;
- об'єм зони (відстійника) – 1400 м³

					ЕКБ.БЕ6118.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

Для підтримання працездатних та здорових співробітників потрібно дотримуватись правил охорони праці. На даному підприємстві є низка небезпечних та шкідливих факторів, що можуть негативно впливати на здоров'я співробітників:

- підвищений рівень шуму і вібрацій;
- недостатній рівень освітленості робочої зони;
- небезпечний рівень напруги в електричному ланцюзі;
- підвищений рівень вологості;
- рухомі елементи обладнання;
- газоподібні та рідкі речовини токсичного впливу;

Документами, що регламентують заходи забезпечення безпеки співробітників є Закон України «Про охорону праці», Кодекси законів про працю та «Основи законодавства України про працю»

На основі аналізу небезпечних та шкідливих виробничих факторів були розроблені заходи, що направлені на забезпечення необхідних умов, вимоги безпеки під час експлуатації споруд з біологічного очищення стічних вод:

Повітря робочої зони.

Таблиця 5.1 Оптимальний мікроклімат у приміщенні [20].

Параметр	Виробничі приміщення	Побутові приміщення	
		взимку	влітку
Температура, °C	16-25	20-22	20-25
Вологість, %	30-60	40-30	30-61
Швидкість руху повітря, м/с	0.2-0.7	0.1-0.15	0.25

Заходи для мінімізації дії шкідливих речовин:

					ЕКБ.БЕ6118.ДП			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ	Стадія	Арк.	Аркушів
Розроб.		Романюк А.О.						
Конс.		Козар М.Ю.					52	65
Керів.		Козар М.Ю.				НТУУ «КПІ» ім. Ігоря Сікорського, ФБТ		
Затверд.								

- робочі приміщення оснащені системами вентиляції, що сприяє зменшенню концентрації шкідливих речовин та забруднень до гранично допустимих, регламентованих держаними стандартами та санітарними нормами.

- в приміщеннях з гіпохлоритом ізолюють від інших виробничих приміщень та встановлюють аварійну вентиляцію разом з газоаналізаторами.

Шуми та вібрації.

Для зменшення шкідливого впливу та усунення шуму проводять такі заходи:

- раціональне розміщення та планування приміщень і цехів;
- засоби колективного захисту (засоби звукоізоляції, звукопоглинання, глушники шуму);
- засоби індивідуального захисту (навушники, шлеми, костюми);
- заміна шумного обладнання, менш шумним.

Вплив вібрацій що можуть передаватись на робоче місце, можна послабити за рахунок вібропоглинаючих настилів та амортизованих сидінь, застосування кожухів та екранів. Індивідуальний захист під час роботи з механізованим обладнанням являє собою антивібраційні рукавиці та спеціальне взуття.

Тривалість роботи в таких умовах не повинна перевищувати 2/3 робочої зміни [21].

Виробниче освітлення

Основні вимоги до освітлення виробничих приміщень:

- Освітленість на робочому місці повинна відповідати характеру зорової роботи. Збільшення освітленості сприяє продуктивності праці, безпеці роботи, що виконується. Проте є межа, за якої подальше збільшення освітленості майже не дає ефекту, тому необхідно покращити якісні характеристики освітлення.

- Забезпечення достатньо рівномірного розподілу яскравості на робочій поверхні також в межах оточуючого простору. Якщо в полі зору знаходяться поверхні, що значно розрізняються між собою за яскравістю, то при переведенні погляду з яскраво освітленої на слабо освітлену поверхню, око змушене

переадаптуватися, що призведе до стомлення зору. Для підвищення рівномірності природного освітлення великих цехів використовують комбіноване освітлення. Світле пофарбування стелі, стін і виробничого устаткування сприяє створенню рівномірного розподілу яскравості в полі зору.

- На робочій поверхні не повинно бути різких тіней. Наявність різких тіней створює нерівномірний розподіл освітленості з різною яскравістю в полі зору, спотворює розміри та форми об'єктів розрізнення, в результаті підвищується стомлюваність, знижується продуктивність праці. Особливо шкідливі рухливі тіні: вони можуть призвести до травм. Тіні необхідно пом'якшити, застосовуючи, наприклад, світильник із світлорозсіювальними молочними стінками.

- У полі зору повинен бути відсутній прямий і відбитий блиск [22].

Пожежна безпека

Керівник або власник зобов'язаний забезпечити своєчасне технічне обслуговування та належну експлуатацію електроустановок. Призначена особа, відповідальною за протипожежний стан, зобов'язана:

- організовувати і проводити регулярний профілактичний огляд та планово-попереджувальні ремонти електрообладнання і електромереж, а також своєчасне усунення несправностей;

- забезпечувати правильне застосування електрообладнання, кабелів, електропроводок залежно від класу пожеж та вибухонебезпечних зон і умов навколишнього середовища, а також підтримувати справний стан апаратів захисту від перевантажень тощо;

- проводити навчальні інструктажі персоналу що працює з електроустановками з питань пожежної безпеки.

Основними напрямками протипожежного захисту об'єкта є:

- планування будівель і споруд з урахуванням вимог Правил пожежної безпеки, правильне розміщення виробничих цехів, приміщень, вибір будівельних

					ЕКБ.БЕ6118.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

конструкцій, встановлення протипожежних перешкод, влаштування систем пожежегасіння;

- обмеження кількості горючих речовин, що одночасно знаходяться в приміщенні, аварійне стравлювання горючих рідин та газів, своєчасне звільнення приміщень від залишків горючих матеріалів, а також застосування для пожежовибухонебезпечних речовин спеціального устаткування;
- створення умов для успішного гасіння пожежі [23].

Електробезпека

Електробезпека забезпечується конструкцією електроустановок, організаційними та технічними заходами. Для забезпечення електробезпеки технічними засобами застосовують захисне заземлення, занулення, вирівнювання потенціалу, захисне відключення, ізоляцію струмоведучих частин, попереджувальну сигналізацію, засоби захисту та запобіжні пристосування. Доступ до робіт на електроустановках мають допускатися особи які пройшли інструктаж, навчання методам праці та які не мають медичних протипоказань [20].

Охорона довкілля

Проблема охорони навколишнього середовища є актуальною на це час. Дане питання пов'язано з соціальними, екологічними, економічними і міжнародними аспектами. Захист навколишнього середовища – це комплексна проблема, тому що вирішуються завдання не тільки природоохоронні, а і покращення умов життя людини, збереження її здоров'я.

Основні напрямками у вирішенні проблеми захисту навколишнього середовища є:

- вдосконалення й розробка технологічних процесів, впровадження новітнього устаткування з меншим рівнем викиду забруднень;
- заміна токсичних відходів на нетоксичні, неутилізованих на утилізовані;
- влаштування санітарно-захисних зон, винесення промислових підприємств за межі міста;

					ЕКБ.БЕ6118.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

- застосування безвідходної технології виробництва, повторне використання, переробка відходів у вторинну сировину;
- утилізація і захоронення відходів [23].

					ЕКБ.БЕ6118.ДП	Арк.
						56
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВОК

Проаналізувавши існуючі технології очищення було обрано поєднання хімічних (коагуляція) і біологічних (окиснення мікрофлорою в анаеробних і аеробних умовах) методів для очищення стічних вод сирзаводу. Дана технологія забезпечує досягнення допустимих показників забруднень до скиду стічної води в рибогосподарську водойму.

Розраховано концентрації стічних вод сирзаводу та необхідний ступінь очищення для скиду в річку ($BCK_{\text{повн}}=5,3 \text{ мг/дм}^3$, $XCK=39 \text{ мг/дм}^3$, $C_{Зр}=62,9 \text{ мг/дм}^3$). Розглянуто склад активного мулу до якого входить безліч мікроорганізмів, що належать до різних родів, а саме: бактерії, ракоподібні, водорості, актиноміцети, гриби.

Обрана технологія включає в себе механічне очищення (решітки, пісковловлювачі), біологічне очищення (первинний і вторинний відстійники, аеротенк-витиснювач, біологічний ставок), обробку осадів (мулоущільнювач, аеробний стабілізатор, камеру дегельмінтизації, камеру коагуляції, камеру промивання осаду, мулоущільнювач, вакуум-фільтр, мулові та піскові майданчики).

Було розроблено технологічну і апаратурну схеми на основі обраної технології очищення стічних вод сирзаводу. Розроблено креслення – аеротенка-витиснювача на підставі проведених розрахунків, відповідно до яких прийнято типовий проект №902-2-178 двохсекційного аеротенк-витиснювача з чотирма коридорами, де два коридори відводиться на аерацію, інші два на регенерацію активного мулу. Об'єм аеротенка становить $7\,923 \text{ м}^3$, глибина 4,4 м, ширина коридору 4,5 м.

Наведено заходи з охорони праці та охорони довкілля.

					ЕКБ.БЕ6118.ДП			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВИСНОВОК	Стадія	Арк.	Аркушів
Розроб.		Романюк А.О.						
Конс.		Козар М.Ю.					57	65
						КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФБТ		
Керів.		Козар М.Ю.						
Затверд.								

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Очистка сточных вод предприятий мясной и молочной промышленности/С. М. Шифрин, Г. В. Иванов, Б. Г. Мишуков, Ю. А. Феофанов. — М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981.-272 с.
2. Тюрин В. Ю. Современный стандарт очистки сточных вод молочных предприятий. Журнал «Переработка молока» 2012г. №10
3. Стан навколишнього природного середовища Хмельницької області у 2016 році. Хмельницька обласна державна адміністрація департамент екології та природних ресурсів Хмельницький 2017. -181 с.
4. Анализ методов очистки высококонцентрированных сточных вод предприятий пищевой промышленности/Г.И.Благодарная, А.А.Шевченко, С.В.Луниин Харьков: Харьковская национальная академия городского хозяйства, ООО «Пэнэко», 2009г.
5. Канализация. Издание пятое, переработанное и дополненное/Яковлев С. В. Канализация. Учебник для вузов / С. В. Яковлев, Я. А. Карелин, А. И. Жуков, С. К. Колобанов. – М.: Стройиздат, 1975. – 632с.
6. Фізико-хімічне та біологічне очищення висококонцентрованих стічних вод /Саблій Л .А.: Монографія.– Рівне: НУВГП,2013. -291 с
7. Анцыпович Н.С. Охрана природы на предприятиях мясной и молочной промышленности. – М.: Агропромиздат, 1986. – 286 с.
8. Каналізація. Зовнішні мережі і споруди. Основні положення проектування: ДБН В.2.5 – 75:2013. – Замість СНиП 2.04.03-85; чинний від 2014-01-01. – К: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2012. – 207 с
9. Саблій Л.А. Фізико-хімічне та біологічне очищення висококонцентрованих стічних вод: автореф. дис. д-ра техн. наук / Л.А. Саблій. – Київ, 2011. – 40 с.

					ЕКБ.БЕ6118.ДП			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	Стадія	Арк.	Аркушів
Розроб.		Романюк А.О.						
Конс.		Козар М.Ю.					58	65
Керів.		Козар М.Ю.				НТУУ «КПІ» ім. Ігоря Сікорського, ФБТ		
Затверд.								

10. Жукова В. С. Очищення стічних вод від сполук азоту з використанням іммобілізованих мікроорганізмів: дис. канд. тех. Наук / Жукова В.С. – Київ, 2013. – 145 с

11. Шустер К., Нойберт И. Анаэробная обработка высококонцентрированных стоков молочных предприятий // Экология производства. – 2009. – №11. – С.50-52.

12. Корчик Н.М. Технологии очистки сточных вод предприятий пищевой промышленности // Материалы IV междунар. конф. «Сотрудничество для решения проблемы отходов». – Харьков, 2007. – С.251-254.

13. Правила приймання стічних вод до системи централізованого водопостачання / Наказ Мінрегіону України від 1 грудня 2017 р. №3161 // Офіційний вісник України № 010 від 02.02.2018.

14. Голубовская Э. К.. Биологические основы очистки воды / Э. К. Голубовская. М.: Высшая школа. — 268 с.. 1978

15. Очистка сточных вод. Биологические и химические процессы/Хенце М., Армоэс П., Ля-Кур-Янсен Й., Арван Э. – Мир, 2006. — 471 с.:

16. Ручай, Н. С. Экологическая биотехнология : учеб. пособие для студентов специальности «Биоэкология» / Н. С. Ручай, Р. М. Маркевич. – Минск : БГТУ, 2006. – 312 с

17. Саблій Л. А. Рекомендації щодо будівництва та реконструкції каналізаційних очисних споруд м. Дубно Рівненської області.-Рівне, 2015.

18. Примеры расчетов канализационных сооружений: Учебное пособие для ВУЗов/Ю.М. Ласков, Ю.М. Воронов, В.И. Калицун. :- М., Стройиздат, 1987.- 255с.

19. Канализация населенных мест и промышленных предприятий. Справочник проектировщика. М.: Стройиздат, 1981.-639 с.

20. ДСН 3,3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. [Чиний від 1999-12-01]. Київ, 1999. (Інформація та документація).

21. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. [Чиний від 1999-12-01]. Київ, 1999. 20с. (Інформація та документація).

					ЕКБ.БЕ6118.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

22. Одарченко М. С. Основи охорони праці: підручник. – Х.: Издат, 2017. – 334 с
23. Грибан В. Г., Негодченко О. В. Охорона праці. Навч. посіб. 2ге вид. – К.: Центр учбової літератури, 2011. – 280 с.

					ЕКБ.БЕ6118.ДП	Арк.
						60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК А

СПЕЦИФІКАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ

Позиція	Позначе ння	Найменування	К- ть	Маса, кг	Примітка
1	2	3	4	5	6
ПЗ-1		Повітрозабірник, діаметр труби 300 мм, висота складає 4 м	1		За власним кресленням
Ф-2		Фільтр попереднього очищення. Ефективність очистки 80%	1		Збірний
В-3		Повітродувка. Продуктивність від 25 тис м³/год . Стиснення повітря 0,1 Мпа. Потужність електродвигуна 24 Вт	1		Збірний
Р-4 Р-5 Р-7	ВЕЕ	Реактори з перемішуючим пристроєм – лопатевою мішалкою. Робочий об'єм 5 м³ Потужність електродвигуна 250кВт	3		Неірж. сталь 12Х18Н10Т
Н-5 Н-6 Н-8 Н-18	СМ 100 - 65	Насос відцентровий	4		Збірний

					ЕКБ.БЕ6118.ДП		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДОДАТОК А		
Розроб.	Романюк А.О.						
Конс.	Козар М.Ю.						
Керів.	Козар М.Ю.						
Затверд.					НТУУ «КПІ» ім. Ігоря Сікорського, ФБТ		
					Стадія	Арк.	Аркушів
						61	65

РД-9		Решітка-дробарка. Швидкість потоку рідини 0,8 м/с. Кількість прозорів в решітці 21. Розмір прозорів 0,016 м	1		Збірний
ПК-10		Пісковловлювач. Швидкість руху 0,3 м/с.	1		Збірний
В-11		Первинний відстійник. Діаметр 24 м, глибина робочої частини 3,4 м. Тривалість відстоювання 839 с. Ефективність освітлення 70,4%.	2		Збірний
АС-12		Анаеробний стабілізатор з мішалкою. (концентрація розчиненого O_2 0,1-0,2 мг/дм ³)	1		Збірний
А-13		Двохсекційний 4-коридорний аеротенк-витиснювач. Ширина кожного коридору 4,5 м, довжина 50 м, робоча глибина 4,4 м загальний об'єм 7 923 м ³	1		Збірний
В-14		Вторинний відстійник. Діаметр 24 м, гідравлічна глибина 3,7 м.	3		Збірний
БС-15		Біологічний ставок розміром 0,4 га, глибина 1 м.	2		Збірний

Продовження таблиці

P-16		Реактор для перемішування води з гіпохлоритом натрію	1		Неірж. сталь 12X18H10T
KP-17		Контактний резервуар. Продуктивність 30 тис. м ³ /доб. Глибина 3 м, ширина 6 м та довжина 24 м	1		Неірж. сталь 12X18H10T
МУ-18		Мулоущільнювач з тривалістю ущільнення 5 год, вологість ущільненого осаду 96,5-98%	1		Збірний
АС-20		Аеробний стабілізатор. Тривалість 7 діб	1		Збірний
P-21		Реактор для дегельмінтизації осаду.	1		Неірж. сталь 12X18H10T
K-22		Камера промивки осаду. Тривалість 30 хв.	1		Неірж. сталь 12X18H10T
МУ-23		Мулоущільнювач. Тривалість ущільнення 12 год. Вологість осаду 96%.	1		Збірний
P-24		Реактор для змішування осаду із коагулянтном. Механічне перемішування – лопатева мішалка.	1		Неірж. сталь 12X18H10T

Продовження таблиці

Ф-25		Вакуум-фільтр. Продуктивність 25 кг/(м ² ·год). Розрідження 0,05 МПа. Тривалість 4 хв. Вологість осаду 65%.	1		Збірний
ММ-26		Муловий майданчик для підсушування осаду.	1		
ПМ-27		Пісковий майданчик для підсушування піску та інших мінеральних домішок	1		
КП-1.1 КП-2.1 КП-2.2	ОБМ160	Манометр Діаметр корпусу: 63 мм. Клас точності: 2,5 діапазон вимірювання 0 -1,0 МПа	3		Неірж. сталь 12X18H10T
КП-3.1	РС-28	Датчик вимірювання тиску. Мінімальна ширина діапазона 1,5 кПа.	1		Неірж. сталь 12X18H10T
КП-13.1 КП-20.1	FYA 600	Датчик для вимірювання концентрації кисню.	2		
КП-13.2 КП-20.2	ОВП	Датчик для вимірювання рН.	2		Твердий полімерний електроліт
КП-13.3 КП-20.3 КП-21.1	ТКП- 160Сг-М2	Термометр манометричний, конденсаційний. Межі вимірювань 0...120°С. Клас точності 1.5.	3		Неірж. сталь 12X18H10T
КП-16.1 КП-24.1	ЕЕ820	Датчик для вимірювання концентрації розчину.	2		

Продовження таблиці

КП-25.1	МІДА	Датчик вимірювання тиску. Діапазон вимірювання: 0-6 МПа.	1		Неірж. сталь 12Х18Н10Т
---------	------	--	---	--	------------------------------

					ЕКБ.БЕ6118.ДП	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65